

# Dynamique des populations des crevettes *Fenneropenaeus indicus* dans les quatre zones d'aménagement à Madagascar

ALAIN CAVERIVIÈRE,  
HERIMAMY LALANIAINA RAZAFINDRAKOTO



© C. Chaboud/IRD

## Introduction

Le travail est basé sur l'analyse de cohortes par classes d'âge (POPE, 1972). Ce type d'analyse est plus fiable que les modèles globaux de SCHAEFER (1954), PELLA et TOMLINSON (1969) ou FOX (1970, 1975) où la structure démographique de la population n'est pas prise en compte et que l'analyse sur pseudo-cohortes basée sur une pêcherie à paramètres constants sur plusieurs années. À partir d'observations sur les effectifs d'individus capturés par classe d'âge, l'analyse de cohortes estime combien il fallait d'individus en mer pour permettre cette capture, le coefficient de mortalité naturelle  $M$  (décès dus à toutes les causes autres que la pêche dans un intervalle de temps) étant supposé connu. L'analyse de cohortes remonte dans le temps à partir des captures des individus les plus âgés et les estimations des mortalités par pêche, et donc des effectifs, devient de plus en plus fiables au fur et à mesure que l'on va vers les plus jeunes classes d'âge.

Une modélisation explicative et prédictive par un modèle de THOMPSON et BELL (1934) sera ensuite réalisée à partir des résultats des analyses de

cohortes. Cette modélisation permet de simuler la réponse des productions à l'augmentation ou à la baisse de l'effort de pêche, on obtient ainsi des courbes de production en fonction de l'effort de pêche. La production peut être estimée en poids ou en valeur, ce dernier choix étant particulièrement intéressant quand, comme pour les crevettes, les prix au kg varient largement selon la taille des individus. Des explications plus détaillées sur les analyses de cohortes et le modèle de Thompson et Bell seront données au fur et à mesure de la progression de l'étude pour la première zone d'aménagement. Seuls les résultats principaux seront présentés pour les autres zones afin de ne pas alourdir l'étude.

Ce travail reprend les résultats présentés lors des ateliers d'octobre 2004 et octobre 2005 (SANDON *et al.*, 2005 ; CAVERIVIÈRE et RAZAFINDRAKOTO, 2006) pour certaines zones, avec actualisation par allongement de la période d'étude et modifications des équations de croissance, entre autres.

## Zone d'aménagement A

### Méthodologie, données utilisées et mise en forme

#### Méthodologie

Pour réaliser les analyses de cohortes, il faut utiliser le nombre d'individus capturés par classe d'âge. Il faut donc disposer des captures de tous les segments de la pêcherie, des distributions de fréquence en longueur pour ces segments et d'une équation de croissance permettant de transformer les effectifs d'individus par classe de taille en effectifs par classe d'âge.

Comme la crevette *Fenneropenaeus indicus* a une faible espérance de vie, de l'ordre de l'année, le pas de temps sera le mois ; et comme la croissance des mâles et celle des femelles sont très différentes, les analyses seront distinctes par sexe. On utilise l'équation de croissance en longueur de Von Bertalanffy :  $L_c(t) = L_{c\infty} (1 - e^{-K*(t-t_0)})$  qui estime la longueur céphalothoracique<sup>25</sup> à un âge ( $t$ ). Elle comprend deux constantes paramétriques (quand  $t_0$  est pris égal à zéro) calculées à partir des résultats des opérations de marquage-recapture réalisées sur l'espèce. La constante  $L_{c\infty}$  est appelée longueur asymptotique et la constante  $K$ , appelée constante de croissance, détermine à quelle vitesse un individu atteint sa taille maximale. Nous avons utilisé des valeurs de 33,0 et 47,0 mm pour  $L_{c\infty}$ , de 0,209 et 0,225 pour  $K$  (mois), respectivement pour les mâles et les femelles (cf. chapitre 3). Il s'agit des paramètres pour la saison chaude, saison pendant laquelle la très grande majorité des captures est réalisée.

25. Du bord postérieur de la cavité oculaire à l'extrémité du thorax.

Pour cette zone, les courbes de croissance pour les mâles et les femelles ne permettent pas de déterminer un âge suffisamment précis au-delà de l'âge de 6 mois (trop peu de classes de taille et d'individus observés au-delà de la classe d'âge 6 mois) ; les individus capturés font partie des classes d'âge s'étendant de la classe 1 mois à celle regroupant les individus âgés de plus de 6 mois (classe 7+).

Pour les analyses de cohortes il faut choisir un coefficient de mortalité naturelle  $M$  qui s'applique aux différentes classes d'âge. LE RESTE (1978), à partir de marquages effectués sur *F. indicus* en baie d'Ambaro, retient une valeur de 0,21 par mois pour l'ensemble des deux sexes. MARCILLE (1978), pour la même espèce à Madagascar, utilise dans ses travaux des valeurs de  $M$  variant de 0,15 à 0,25. COSS *et al.* (1993) utilisent une valeur de 0,18 pour les analyses de la pêche de *F. indicus* au Mozambique. GARCIA (1977) calcule une valeur de 0,25 pour une espèce proche en Côte d'Ivoire. Nous retiendrons en première analyse une valeur de 0,20, commune aux deux sexes, pour toutes les classes d'âge exploitées. Une valeur de 0,30 a aussi été testée pour les plus petites crevettes et les plus grosses. Il est possible en effet que les mortalités naturelles soient quelque peu accrues pour les jeunes du fait d'une plus forte prédation et pour les plus âgées par l'effet de la sénescence. Ainsi, peu de recaptures de grosses crevettes marquées ont été observées (Rafalimanana et Caverivière, chapitre 3), cela est aussi le cas pour une autre espèce benthique à vie courte, le poulpe *Octopus vulgaris* (DOMAIN *et al.*, 2002). Les valeurs choisies sont un peu différentes des valeurs utilisées pour les femelles (0,20) et les mâles (0,18) dans des analyses précédentes par pseudo-cohortes de *F. indicus* à Madagascar (DINTHEER *et al.*, 1998 ; MOGUEDET *et al.*, 2000).

Les analyses de cohortes classiques sont dites ascendantes, elles remontent dans le temps à partir des individus les plus âgés. Comme la méthode est sous-paramétrée, elle a besoin qu'une valeur de mortalité par pêche  $F$  soit fixée pour initier les calculs, soit le  $F$  de la classe d'âge la plus âgée dans le cas d'une analyse ascendante dans la méthode d'origine. Une méthodologie plus récente et un peu différente peut être appliquée. Elle initialise le  $F$  de la classe d'âge précédente et utilise une procédure d'ajustement-stabilisation par itérations sur des moyennes des  $F$  des trois classes les plus âgées. Cette méthodologie a en principe l'avantage de ne fournir qu'une solution quelle que soit la valeur initiale de  $F$  choisie, elle a été employée lors des dernières analyses concernant *F. indicus* à Madagascar (SANDON *et al.*, 2005 ; CAVERIVIÈRE et RAZAFINDRAKOTO, 2006). Elle présente cependant des inconvénients : il peut arriver que les estimations mensuelles des mortalités par pêche  $F$  du groupe d'âge terminal soient négatives, et aussi que la procédure d'ajustement-stabilisation par itérations ne fonctionne pas (en particulier pour les mâles) conduisant à des valeurs des  $F$  de toutes les classes d'âges tendant vers zéro et des effectifs de crevettes tendant vers l'infini. Nous avons finalement choisi d'effectuer systématiquement des analyses de cohortes ascendantes classiques. Il se pose alors le choix des mortalités par pêche  $F$  pour le dernier groupe d'âge, qui sont très différentes suivant les mois, comprises entre des valeurs proches de zéro (quand la

pêche est fermée) et des valeurs élevées à l'ouverture de la pêche. Nous avons choisi des F terminaux en rapport avec les captures des mois de l'année pour le dernier groupe d'âge. Il est donné la valeur 0,8 au F terminal pour la prise mensuelle la plus élevée de ce groupe dans l'année, soit le quadruple de la valeur du coefficient de mortalité naturelle. Les valeurs des F terminaux des autres mois sont calculées au prorata de leurs prises par rapport à la prise mensuelle maximale du dernier groupe d'âge.

La modélisation prédictive de type Thompson et Bell qui sera appliquée à l'issue des analyses de cohortes sera décrite en fin d'article pour bénéficier d'exemples permettant de comprendre ce type de modèle.

#### **L'analyse des cohortes : les paramètres importants, l'application aux espèces à vie courte, la robustesse**

Les analyses de cohortes mises en œuvre remontent dans le temps à partir des captures des individus les plus âgés et permettent d'estimer les mortalités subies et les effectifs des différentes classes d'âge présentes dans le milieu.

Il faut donc connaître la croissance moyenne en taille ou poids des individus pour les répartir dans des classes d'âge. La façon la plus fiable d'effectuer cette répartition consiste à disposer d'un échantillon suffisant d'individus dont l'âge a pu être déterminé avec une bonne précision, par la « lecture » de pièces osseuses ou d'écailles par exemple. Les individus de même taille ayant des âges différents étant alors répartis en fonction de leur proportion numérique dans les différents âges. Pour les crevettes cela n'est pas possible et les croissances de celles étudiées dans cet ouvrage ont été estimées à partir d'individus capturés et marqués, relâchés dans le milieu, et recapturés ensuite par les pêcheurs. Cette méthode est quand même bien plus fiable qu'une estimation de la croissance par le suivi dans le temps de modes dans des distributions de fréquence pour des espèces tropicales à vie courte, les modes présents dans une courte période de temps pouvant provenir de modifications de la disponibilité des espèces aux engins de capture (enfouissement des crevettes dans le sédiment, changement de stratégie des navires de pêche,...). Les crevettes sont réparties dans les classes d'âge par la « méthode du hachoir » (le « slicing » des anglophones), qui consiste à placer toutes les crevettes comprises entre deux valeurs de taille dans la même classe d'âge. Bien que d'inévitables approximations existent, on peut raisonnablement espérer que la croissance des espèces a été suffisamment bien appréhendée pour que ce paramètre ne soit pas un facteur de biais important pour les résultats des analyses de cohortes.

Les analyses de cohortes estiment des mortalités totales à partir du nombre d'individus d'une classe d'âge qui disparaît dans une période de temps, ici le mois. La mortalité totale est la somme de la mortalité due à la pêche et de la mortalité naturelle (toutes les autres causes de mort : maladie, prédation, vieillesse). Les coefficients de mortalité par pêche F sont estimés après fixation de valeurs pour les coefficients de mortalité naturelle M par classe d'âge, ces derniers sont donc un paramètre important susceptible de modifier les résultats des analyses de cohortes. Dans nos analyses le coefficient M a été fixé à 0,2 sur une base mensuelle pour toutes les classes d'âge. Le tableau ci-dessous donne une idée

Tableau 22

Taux de survie (%), lorsqu'il n'y a pas de pêche, à différents mois à partir du temps  $t = 0$  pour 5 valeurs différentes du coefficient  $M$  de mortalité naturelle.

<b>M</b>	<b>0,30</b>	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
% à 4 mois	30,1	36,8	44,9	54,9	67,0
% à 8 mois	9,1	13,5	20,2	30,1	44,9
% à 12 mois	2,7	5,0	9,1	16,5	30,1

de l'importance que peut avoir ce paramètre, ainsi pour un  $M$  de 0,15 il y a 30% de survivants de l'effectif initial à l'âge de 8 mois quand il n'y a pas de pêche, ils ne seraient que 9% si la valeur de  $M$  était de 0,3. La valeur de  $M = 0,2$  est encadrée par des valeurs similaires utilisées lors de travaux antérieurs dont nous avons déjà parlé, sur la même espèce à Madagascar ou ailleurs, ou sur des espèces proches, certaines de ces valeurs ayant été obtenues à partir de marquages. Nous avons aussi indiqué que des valeurs supérieures de  $M$  étaient probables pour les plus jeunes et les vieux adultes. Des analyses faites avec des valeurs de 0,3 pour ces classes d'âge n'ont pas engendré de changements notables dans les résultats du fait de la faible importance de ces individus dans les captures.

De ce qui précède, il semble raisonnable d'espérer que la valeur du paramètre  $M$  utilisée dans nos analyses est proche de la réalité. En outre, il est maintenant bien connu que des erreurs d'estimation de  $M$  n'entachent guère les résultats des analyses quand la capture représente une fraction importante du stock, soit quand les coefficients de mortalité par pêche  $F$  sont aussi élevés ou plus que  $M$  dans la phase exploitée, ce qui sera le cas comme nous le verrons pour les crevettes étudiées.

Nous avons déjà indiqué que la méthode d'analyse de cohortes est sous-paramétrée, qu'elle a besoin qu'une valeur de mortalité par pêche  $F$  soit fixée pour initier les calculs, soit le  $F$  de la classe d'âge la plus âgée dans une analyse ascendante remontant dans le temps. Nous avons aussi vu que dans le cas de la crevette *F. indicus* et plus généralement pour les espèces à vie courte, l'utilisation d'un pas de temps court (le mois) et la grande variabilité des captures par classes d'âge peuvent entraîner à de mauvais résultats de part le calcul de mortalités par pêche négatives ou/et la non-convergence des itérations. Cela nous a conduits à utiliser une méthodologie un peu particulière, explicitée un peu plus haut et à ce jour inédite, pour donner des valeurs aux  $F$  de la dernière classe d'âge.

Il est apparu utile de tester les résultats des analyses de cohortes avec d'autres valeurs pour les  $F$  terminaux. En prenant comme exemple les femelles de la zone A en 2003, l'analyse de cohortes, dont nous verrons les résultats par la suite, utilise comme valeur de  $F$  initiale celle de la classe 7+, le sigle + indiquant qu'il s'agit des quantités d'individus de plus de 7 mois. Ce coefficient a été tout d'abord estimé suivant la méthodologie explicitée précédemment, puis à ces valeurs mensuelles ont été ajoutées ou retranchées des valeurs multiples de 0,1 (hormis pour les mois où il n'y a pas eu de pêche et, dans les cas où les soustractions conduisent à des valeurs négatives des mortalités par pêche, les valeurs négatives impossibles ont été remplacées par la valeur 0,001). Ainsi, on peut couvrir une très large gamme de mortalités allant des valeurs estimées les plus probables - 0,2 à ces mêmes valeurs + 0,4. Les résultats des tests sont présentés sur la

figure 72 où l'on voit que la convergence est rapide et peut être considérée comme très bonne dès la classe d'âge 4, et dès la classe d'âge 5 si l'on ne tient pas compte de la série à laquelle la valeur 0,2 a été retranchée, conduisant à des valeurs de mortalité par pêche très peu probables. En sommant les captures des classes 1 à 4, ces bonnes estimations concernent près de 61 % des individus capturés, et surtout plus de 79 % pour les classes d'âge 1 à 5. Les remarquables propriétés de convergence des analyses de cohortes ascendantes dans les estimations des mortalités par pêche des groupes d'âges assurant la majorité des captures font que les incertitudes sur les F terminaux n'ont pas ou très peu d'importance (cf. CAVERMIÈRE, 1982, pour des exemples).

La pêche des crevettes sur la côte ouest de Madagascar est soumise à une période de fermeture d'environ 3 mois. Cette fermeture de la pêche pose un petit problème dans les résultats des analyses de cohortes, qui est généralisable aux espèces à vie courte. Pour le mois qui précède la fermeture de la pêche les mortalités par pêche obtenues peuvent être très importantes pour les classes d'âge élevées. En effet, les classes d'âge qui devraient correspondre à l'ouverture suivante de la pêche n'existent plus du fait de la mort de ces crevettes, et le phénomène de convergence de l'analyse des cohortes ne peut plus jouer à ce niveau. Avec une valeur fixée de la mortalité naturelle, toutes les crevettes qui devraient avoir survécu à cette mortalité sont considérées avoir été décimées par la pêche alors que la sénescence a joué son rôle, d'où des valeurs de F élevées. Cela n'a guère d'importance sur les résultats globaux des analyses à l'échelle de l'ensemble de la saison de pêche puisque les captures en fin de saison sont faibles, mais cela est visuellement gênant sur les graphiques des évolutions des mortalités par pêche mensuelles.

Il est préférable de «corriger» ces mortalités inexactes en les remplaçant par les mortalités des mêmes classes d'âges du mois précédent (ou d'une moyenne des 2 à 3 mois précédents).

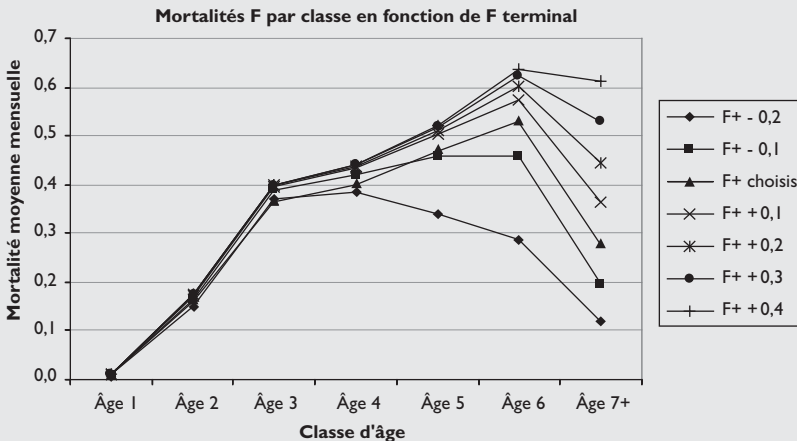


Fig. 72

Illustration de la propriété de convergence de l'analyse de cohortes (femelles *F. indicus* en 2003) en fixant différentes valeurs pour la mortalité par pêche terminale (F+) d'initialisation des calculs. Coefficient de mortalité naturelle M fixé à 0,2/mois.

On peut conclure que les analyses de cohortes réalisées sur les crevettes côtières de Madagascar à partir de paramètres suffisamment précis concernant les croissances et les mortalités naturelles, couplés à une grande robustesse quant au choix d'initialisation des calculs de la mortalité par pêche terminale, doivent fournir des résultats d'une bonne fiabilité quand les données recueillies sur les activités de pêche reflètent bien les captures réelles. Ceci bien qu'il y ait moins d'effet « tampon » que pour des espèces à plus longue longévité (des modifications de la capturabilité des espèces aux engins de pêche, des stratégies de pêche des navires..., sont moins lissées quand on travaille sur une base mensuelle que sur une base annuelle) et bien que l'application de l'analyse des cohortes à des espèces à vie courte puisse poser quelques problèmes particuliers.

### **Données et mise en forme**

Seules les pêches industrielle et traditionnelle sont prises en compte. La pêche artisanale qui est pratiquée par de petits chalutiers appelés catchers est très limitée par rapport aux pêches industrielle et traditionnelle. Elle atteint moins de 50 tonnes de captures annuelles en dehors des activités de collecte auprès de la pêche traditionnelle. Par conséquent, elle n'est pas intégrée dans l'analyse suivante.

#### **Pêche industrielle**

Les deux armements opérant dans la zone A nous ont communiqué les captures traitées en mer ou/et en usine par calibre sur une base mensuelle. Ces données sont disponibles à partir de l'année 2001.

Les calibres, en nombre d'individus, sont différents selon qu'il s'agit de crevettes entières (HO pour Head On), étêtées (HL pour Head Less) ou décortiquées (Dec. ou PUD), par kg, livre anglaise ou autres. Les quantités de crevettes transformées sont converties en poids équivalents de crevette entière dans les calibres correspondants par des clés appropriées. Les quantités assez réduites qui ne sont pas calibrées, comme le vrac, sont ensuite ventilées dans les calibres au prorata des pourcentages en poids de ces calibres en équivalent crevettes entières. Les quantités en équivalent de crevettes entières figurent au tableau 23, ainsi que les données de la base nationale Banacrem qui sont un peu inférieures aux premières de 2001 à 2004. On notera la très importante diminution des captures de la pêche industrielle en 2005, sur laquelle nous reviendrons.

*Tableau 23*

*Quantités (kg) de Fenneropenaeus indicus capturées en zone A pour les deux grands segments de la pêcherie, période 2001-2005.*

	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Pêche industrielle	490 650	592 040	992 960	1 121 360	280 330
Industriel Banacrem	437 200	595 600	885 170	1 104 660	
Pêche traditionnelle	983 000	983 000	983 000	1 390 000	1 222 000
<b>Total</b>	<b>1 473 650</b>	<b>1 575 040</b>	<b>1 975 960</b>	<b>2 511 360</b>	<b>1 502 330</b>

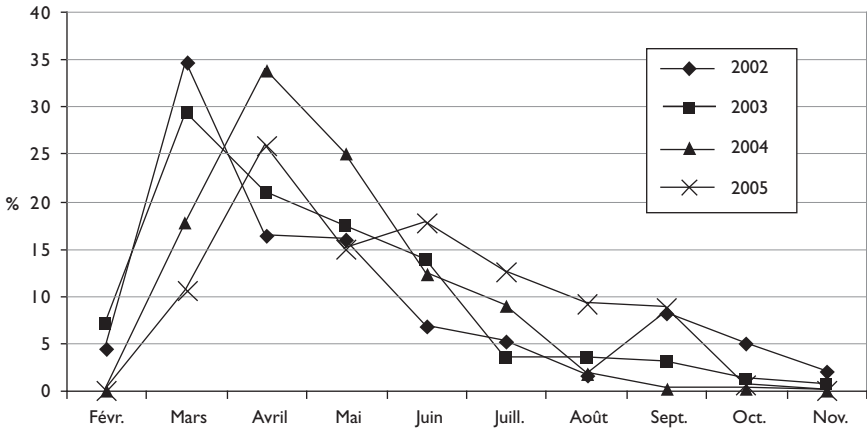


Fig. 73  
Évolutions des pourcentages mensuels, par rapport aux totaux annuels 2002-2005, des captures de *Fenneropenaeus indicus* par la pêche industrielle en zone A.

Pour certains armements, il peut exister un délai conséquent entre la pêche d'une crevette et son conditionnement, en particulier en début de saison, quand la pêche est importante. Cette possibilité de biais dans l'estimation des captures mensuelles, et dans la répartition en calibre si cette répartition est différente d'un mois à l'autre, a été étudiée de différentes manières<sup>26</sup>, pour arriver à la conclusion que le phénomène pouvait probablement être négligé en 2001-2002, mais pas après. Pour les années suivantes, nous nous sommes donc servis de la base Banacrem, ainsi que de fichiers de traitements à bord des crevettiers, pour ventiler l'ensemble des captures dans les mois. La figure 73 représente la répartition mensuelle des captures annuelles de *F. indicus* par la pêche industrielle de 2002 à 2005 : les captures sont les plus élevées dans les mois pleins suivant l'ouverture de la saison de pêche, soit mars en 2002-2003 et avril en 2004-2005, elles diminuent très rapidement ensuite (moins en 2005 du fait de la faiblesse « anormale » de l'abondance au début de la saison de pêche), quoique une petite remontée soit visible certaines années en septembre.

L'étape suivante consiste à transformer les quantités par calibre en nombre d'individus par classe de taille de 1 mm de longueur céphalothoracique. Pour cela on utilise les nombreuses mensurations par calibre faites dans les principales usines en 1998-2000. Les distributions issues de ces mensurations sont différentes par sexe (car la croissance est différente) et permettent de répartir les quantités débarquées par classe de taille et sexe. Dans un premier temps, à partir du poids des échantillons mesurés, on calcule l'effectif des crevettes

26. Par comparaison des structures en calibre des glaciers et des congélateurs, par comparaison des structures congélateurs des deux différents armements de la zone, et par comparaison avec les captures mensuelles dans la zone issues de la base Banacrem.



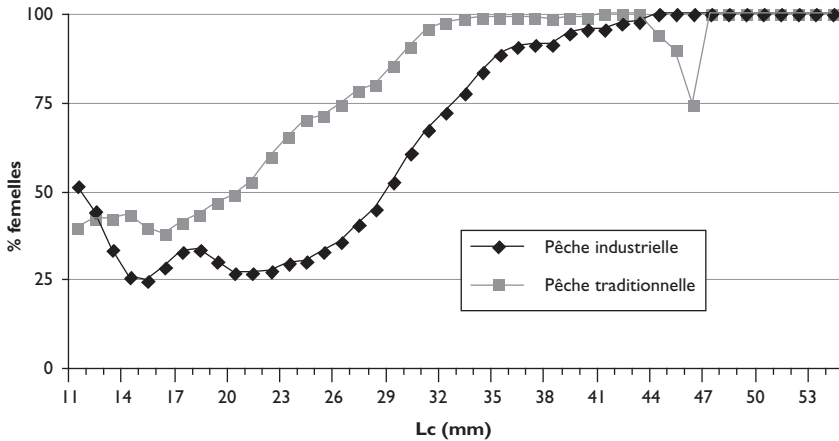


Fig. 74

Pourcentages des femelles par classe de taille dans les captures de la pêche industrielle et traditionnelle en 2003.

par classe de taille et par sexe pour 1 kg (mâles + femelles) dans chaque calibre d'équivalent crevette entière. Une multiplication de ces effectifs par les captures mensuelles en poids de chaque calibre donne les effectifs d'individus capturés par classe de longueur, sexe et mois dans chaque calibre. Les distributions dans les calibres sont ensuite sommées pour avoir une distribution mensuelle globale par sexe et classe de taille. L'évolution des sex ratios (ici le pourcentage des femelles) par taille est représentée sur la figure 74 : à la naissance le sex-ratio est théoriquement de 50 %, puis il y a plus de mâles dans les captures d'individus de petites tailles car leur croissance étant plus lente ils mettent plus de temps pour passer d'une classe de taille à la suivante. Dans les grandes tailles, le phénomène est inverse car les mâles y sont plus âgés que les femelles et ont un coefficient de mortalité naturelle plus élevé.

La dernière étape du prétraitement consiste à ventiler ces distributions dans des classes d'âge d'un mois. Pour cela, à partir des équations de croissance, un âge est attribué à chaque classe de taille. Les effectifs d'individus par classe de taille sont ensuite sommés dans les classes d'âge correspondantes. On obtient ainsi pour chaque sexe, les effectifs d'individus capturés par mois et par classe d'âge.

Les inconvénients de ce système sont la lourdeur des calculs des deux premières étapes par rapport à l'utilisation de la base statistique nationale Banacrem et l'existence de quelques possibilités de biais (il y en a aussi dans Banacrem). Son avantage est la disponibilité beaucoup plus rapide des données grâce à la diligence des armateurs. On peut ainsi espérer avoir une analyse des résultats d'une année dès le mois de janvier de l'année suivante. Enfin, on pourra se servir de ce système pour traiter plusieurs espèces de crevettes, alors que seule la crevette *Fenneropenaeus indicus* est individualisée dans la base Banacrem.

### **Pêche traditionnelle**

Pour la pêche traditionnelle, on utilise les récents travaux de recensement, évaluation des captures et échantillonnages biologiques, réalisés par le PNRC dans la région de la baie d'Ambaro de 2003 à 2005. Les évaluations de 2003 seront considérées comme valables pour 2002 et 2001. Une description des engins de pêche et les résultats obtenus à partir des enquêtes de la pêche traditionnelle sont détaillés dans le chapitre précédent.

Les prises cumulées en *F. indicus* des trois principaux engins de pêche qui sont le *valakira*, le *kaokobe* et le *periky* sont indiquées au tableau 23.

Les distributions de fréquence pour les principaux engins de la pêche traditionnelle sont représentées sur les figures 61 à 63 du chapitre précédent. Il est important de noter que les filets maillants *periky* capturent une proportion bien plus forte de grosses crevettes que les deux autres engins, et même que les chaluts de la pêche industrielle, et leur part dans les captures de pêche traditionnelle est maintenant plus élevée que la senne *kaokobe*.

Le calcul des effectifs capturés par classe de taille commence par le calcul des distributions par sexe et par engin, regroupées en 3 trimestres (mars-mai, juin-août, septembre-novembre) pour avoir suffisamment d'individus échantillonnés tout en prenant en compte les variations saisonnières des distributions de fréquence par engin. On estime ensuite les poids échantillonnés à partir des relations taille-poids de RAFALIMANANA (2003). Puis, comme pour la pêche industrielle, on calcule ensuite la distribution en nombre de mâles et de femelles pour un kg d'échantillon (M + F) ; on multiplie cette distribution par les prises mensuelles totales par engin ; enfin on somme par mois les effectifs d'individus capturés de chaque sexe par les différents engins et on les répartit en classes d'âge à partir des équations de croissance.

L'évolution du pourcentage de femelles par classe de taille est présentée sur la même figure (fig. 74) que pour la pêche industrielle. Pour la pêche traditionnelle, le pourcentage des femelles dépasse 50 % à une taille nettement plus faible qu'en pêche industrielle. Cela peut s'expliquer, au moins en partie, par le fait que les mâles sortent des estuaires à des tailles plus petites que les femelles : l'âge, qui détermine la maturité sexuelle, serait le facteur principal de migration vers la mer et pour un même âge les mâles sont plus petits que les femelles.

### **Résultats**

Les résultats concernent la période 2001-2005, ils ne prennent pas en compte la découverte en 2006 d'importantes pêches par des engins de pêche traditionnelle considérés auparavant comme négligeables : les *pôtô*, qui ont subi une évolution dans leur mise en œuvre, et les *vonosaha*. Ces engins sont très peu sélectifs et capturent de toutes petites crevettes, composées en bonne partie de *F. indicus*. Des simulations seront effectuées en fin d'étude de la zone pour estimer l'influence de leurs captures sur la dynamique des populations de l'espèce.

**Poids moyens individuels, nombre d'individus et tonnages capturés par sexe**

Les poids moyens des individus capturés pour chaque sexe ont été calculés. En pêche industrielle ils varient entre 13 et 14,8 g pour les mâles et entre 14 et 17,5 g pour les femelles. Ils sont plus faibles en 2003 et 2005 que pour les trois autres années ; la baisse est particulièrement marquée pour les femelles en 2005, probablement en rapport avec les faibles abondances de début de saison. Ceux observés en pêche traditionnelle sont stables autour de 15,3 g pour les femelles, ils varient entre 8,9 et 9,6 g pour les mâles avec les valeurs les plus élevées en 2004 et 2005. Comme prévu à partir des distributions de fréquence, les poids moyens individuels pour la pêche traditionnelle sont un peu plus faibles que pour la pêche industrielle (sauf le cas particulier de 2005), surtout pour les mâles.

Les estimations mensuelles des effectifs de mâles et de femelles capturés par la pêche industrielle et par la pêche traditionnelle, issues des méthodes de calcul décrites plus haut, sont représentées sur la figure 75. En pêche industrielle, les effectifs des mâles sont supérieurs à ceux des femelles, alors qu'en pêche traditionnelle les femelles dominent fortement en raison d'un sex ratio plus favorable. Pour l'ensemble des composantes de la pêcherie les femelles dominent largement.

Pour les captures en poids par sexe les quantités de mâles sont encore supérieures à celles des femelles en pêche industrielle, la domination pondérale des femelles est très forte en pêche traditionnelle, moindre pour l'ensemble des deux segments.

**Captures pondérales par sexe et classes d'âge**

Elles sont calculées mensuellement à partir des effectifs d'individus capturés par classe d'âge multipliés par le poids moyen d'un individu de la classe, ce dernier étant calculé à partir des distributions de fréquence de longueur dans chaque classe et des relations longueur-poids.

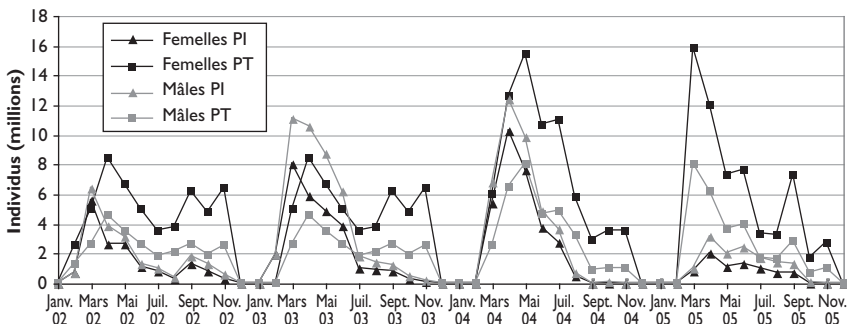


Fig. 75

Nombres d'individus capturés par sexe pour la pêche industrielle (PI) et la pêche traditionnelle (PT), période 2002-2005.

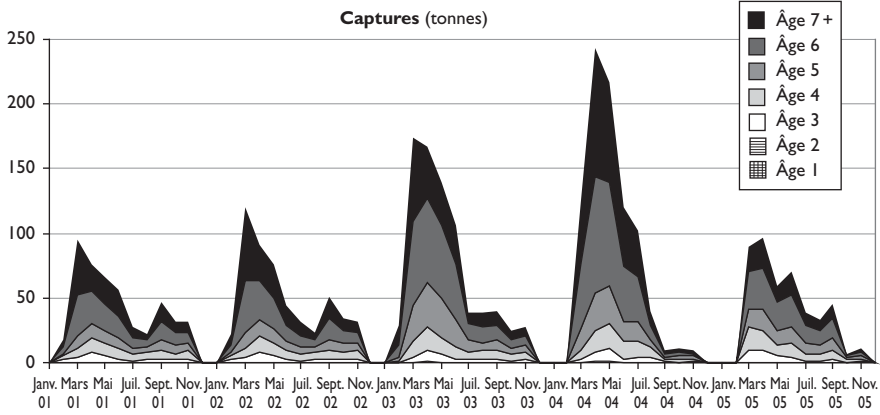


Fig. 76  
Captures mensuelles par classe d'âge des *F. indicus* mâles en zone A.

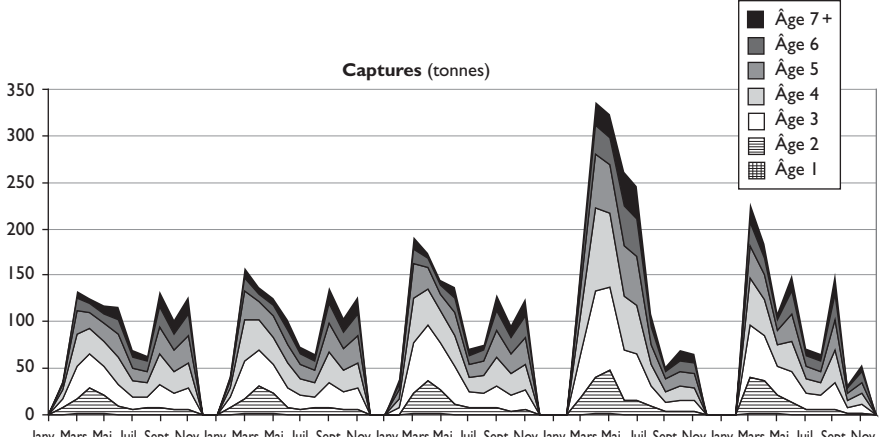
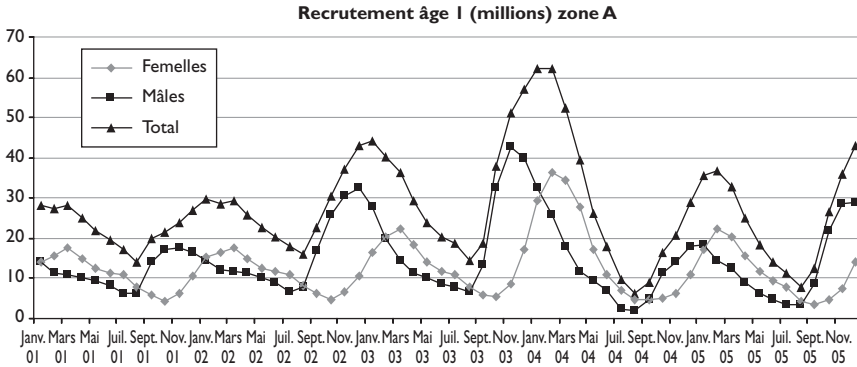


Fig. 77  
Captures mensuelles par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone A.

Les évolutions mensuelles sont représentées sur les figures 76 et 77. Les classes 6 et 7+ sont prépondérantes dans les captures des mâles, en rapport avec leur faible croissance. Après la classe d'âge 3 pour les femelles (classe de plein recrutement), la part des classes suivantes diminue de manière assez proportionnelle avec l'augmentation de l'âge.

**Évolution du recrutement**

L'entrée des jeunes dans la pêcherie (recrutement) commence à la classe d'âge 1 (individus ayant entre 1 et 2 mois) pour les mâles et les femelles. Les abondances dans le milieu naturel de cette classe d'âge, issues des résultats mensuels des analyses de cohortes, sont représentées sur la figure 78.



**Fig. 78**

*Évolution du recrutement des Fenneropenaeus indicus mâles, femelles et total.*

On distingue sur la figure des dômes bien marqués en saison chaude et pluvieuse (décembre-mars), avec des valeurs élevées en saison chaude 2002-2003 et encore plus fortes pour la saison 2003-2004 qui montre ainsi un excellent recrutement, 1,7 fois plus élevé que celui de la saison suivante qui est, lui, le plus faible de la série. Les variations annuelles du recrutement sont en rapport avec les prises (tabl. 23). Les mâles sont généralement plus abondants que les femelles et il y a un décalage entre les pics de recrutement des mâles et des femelles, ceux des mâles se situant avant ceux des femelles. Nous n'avons pas d'explication à ce décalage qui pourrait provenir des distributions de fréquences (et des sex ratios afférents) utilisées en pêche industrielle et traditionnelle.

**Biomasses**

Le calcul des biomasses par classe d'âge est obtenu par multiplication des effectifs d'individus dans la mer avec le poids moyen d'un individu dans chaque classe d'âge. Les évolutions des biomasses mensuelles sont représentées aux figures 79 et 80 pour les mâles et les femelles. Les plus fortes biomasses des mâles et des femelles sont observées les mois de mars (avril pour les femelles en 2004), en concordance avec le recrutement de saison des pluies et à la fermeture de pêche, protégeant les stocks les trois mois précédents. Les biomasses de 2003 et 2004 sont les plus élevées du fait d'un bon niveau de recrutement comme indiqué plus haut. Les plus faibles niveaux pour les mâles sont observés d'août à octobre, quand l'abondance en mer est très faible en fin de saison de pêche industrielle et avant le recrutement de saison sèche pour la pêche traditionnelle en estuaire. Pour les femelles les minima sont en décembre (octobre en 2005) et sont plus difficiles à expliciter, en relation avec les forts coefficients de mortalité par pêche modélisés pour la fin de saison (par rapport aux mâles) et les vecteurs de capture par sexe.

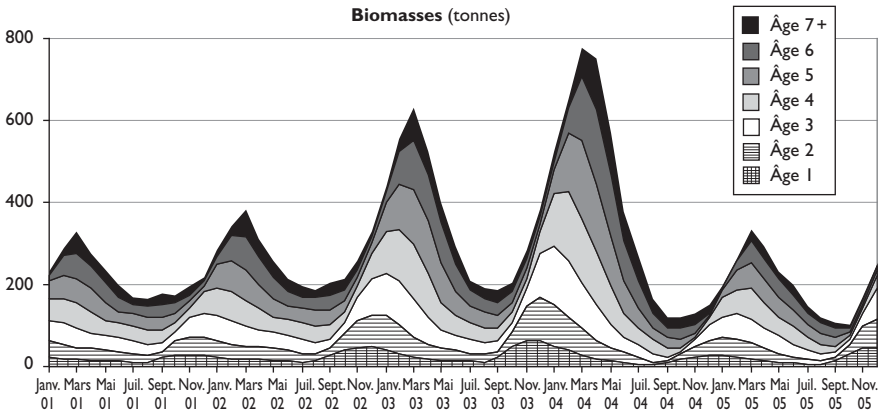


Fig. 79  
Évolutions des biomasses par classe d'âge des *F. indicus* mâles en zone A.

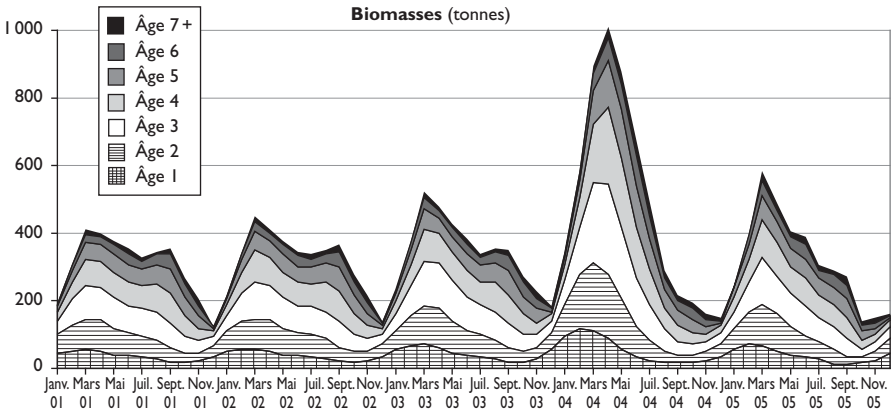


Fig. 80  
Évolutions des biomasses par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone A.

### Mortalité par pêche

Les évolutions mensuelles des vecteurs de mortalité par pêche *F* par classe d'âge sont présentées sur les figures 81 et 82 pour les mâles et les femelles. Cette représentation est faite sous forme d'aires empilées car cela présente des avantages de visualisation, et pour que le total soit compatible avec un *F* d'ensemble pour toutes les classes d'âges, les mortalités par classe ont été divisées par le nombre de classes présentes dans les captures (ici 7). Les vecteurs de mortalité *F* sont égaux à zéro lors des périodes de fermeture. Pour les mâles, après la montée des mortalités *F* à l'ouverture de la saison de pêche, il y a une diminution plus ou moins régulière dès les mois de juin-juillet. Pour les femelles, il y a aussi une diminution nette des mortalités *F* en juillet-août, mais les valeurs remontent ensuite du fait de captures non négligeables par la pêche traditionnelle en fin d'année, avant la fermeture de la pêche.

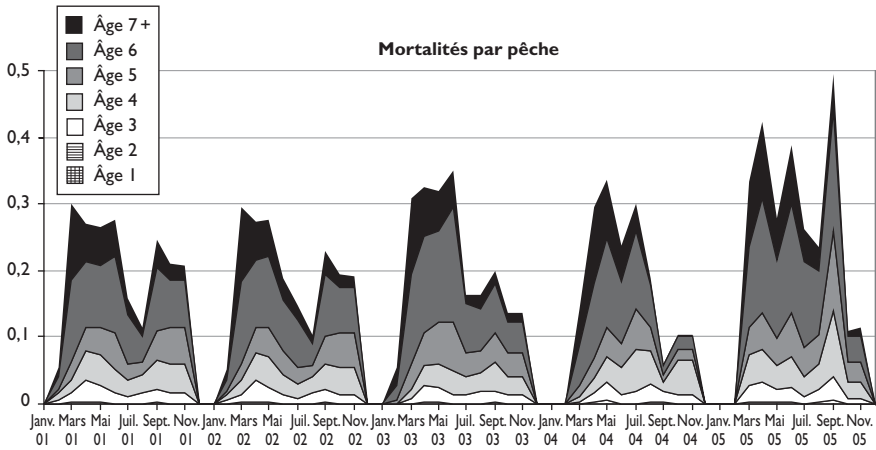


Fig. 81

Évolutions des coefficients de mortalité par pêche (F) mensuels par classe d'âge des *F. indicus* mâles en zone A.

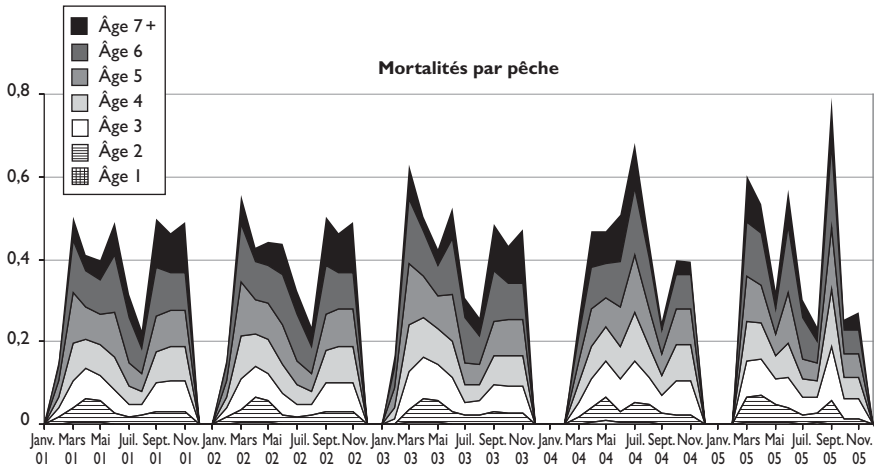


Fig. 82

Évolutions des coefficients de mortalité par pêche (F) mensuels par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone A.

Sur la figure 83 sont représentées les mortalités par pêche  $F$  mensuelles moyennes par classe d'âge pour les 5 années étudiées, obtenues en sommant et en divisant par 12 les mortalités de chaque mois d'une année. Les valeurs augmentent de la classe 1 à la classe 6 chez les mâles et les femelles. L'augmentation est différente suivant le sexe et les valeurs des classes 1 à 5 sont inférieures à 0,3 chez les mâles, alors qu'elles sont supérieures à ce chiffre dès la classe 3 des femelles. Ce phénomène est dû à la plus faible croissance des mâles qui sont de ce fait pêchés à un âge plus avancé. Les mortalités pour l'âge 7+ représentent les valeurs fixées par mois pour l'initialisation des analyses de cohortes.

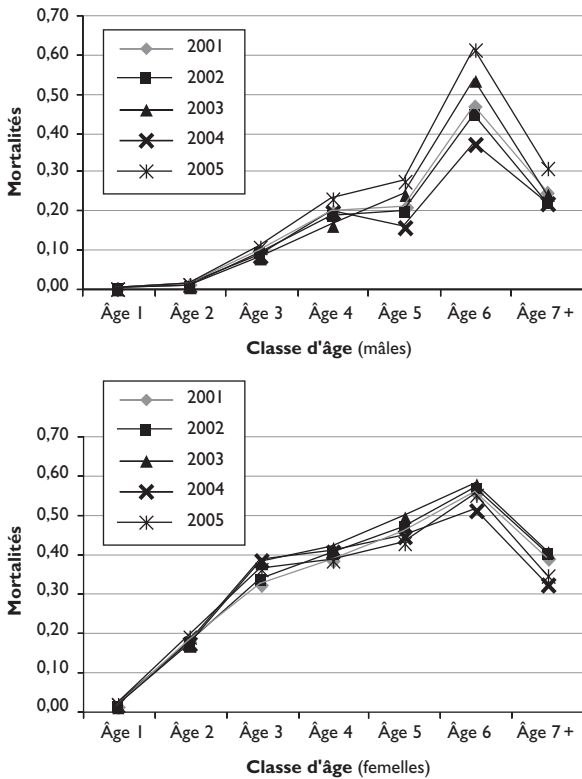


Fig. 83

Mortalités par pêche (moyennes mensuelles de l'année) par classe d'âge (diagramme d'exploitation) de 2001 à 2005, mâles puis femelles.

### Modèle de Thompson et Bell

Le modèle de THOMPSON et BELL (1934) calcule par classe d'âge les effectifs d'individus survivants et de ceux capturés (et donc la biomasse et la production quand est connu le poids moyen d'un individu de chaque classe d'âge). Ce calcul est effectué à partir du nombre de recrues dans la pêcherie et des mortalités par pêche  $F$  par classe d'âge estimées par les analyses de cohortes. Les calculs correspondent alors à une situation où une valeur de référence de 1,0 est donnée à la mortalité par pêche effectivement appliquée. On peut ensuite simuler les conséquences d'un effort de pêche plus élevé ou faible en multipliant la mortalité par pêche de référence par un facteur supérieur ou inférieur à 1, en considérant alors que la mortalité par pêche est directement proportionnelle à l'effort de pêche. À partir d'une série de valeurs du facteur multiplicatif, on obtient des courbes de production en fonction des efforts par rapport à la référence 1,0 ainsi que des courbes de rendement par recrue en divisant le nombre de recrues par les productions. On peut aussi simuler des périodes de fermeture de la pêche en soustrayant aux mortalités par pêche



d'ensemble (ici annuelles) les valeurs correspondantes de celles estimées pour ces périodes. Par le même procédé, on peut aussi simuler une évolution différente des divers segments de la pêcherie, par exemple pêche industrielle et pêche traditionnelle.

**Productions pondérales par sexe et rendements par recrue**

La figure 84 présente les courbes de production et de rendement par recrue des femelles et des mâles de *F. indicus* en zone A pour les années 2002 à 2005. Il est important de noter que pour chacune des années le coefficient multiplicateur de l'effort (mF) de valeur 1, qui représente l'effort effectivement appliqué, peut correspondre à des valeurs différentes de ces efforts d'une année à l'autre. Les courbes de production pour les femelles montrent des niveaux plus élevés en 2003 et surtout en 2004 qu'en 2002 et 2005, ce qui correspond à de meilleurs niveaux de recrutements déjà signalés. Les maxima de production correspondent à la valeur 1,0 du multiplicateur de l'effort de pêche, ce qui signifie que les femelles de l'espèce ont été pleinement exploitées pendant les quatre années. Ce résultat va à l'encontre de ceux que nous avons présentés précédemment pour les années 2002-2003 (CAVERIVIÈRE et RAZAFINDRAKOTO, 2006) qui indiquaient une nette surexploitation, cela est dû à la modification des courbes de croissance et à un changement de méthodologie des analyses de cohortes. Un niveau de production au maximum n'est pas considéré comme le meilleur pour

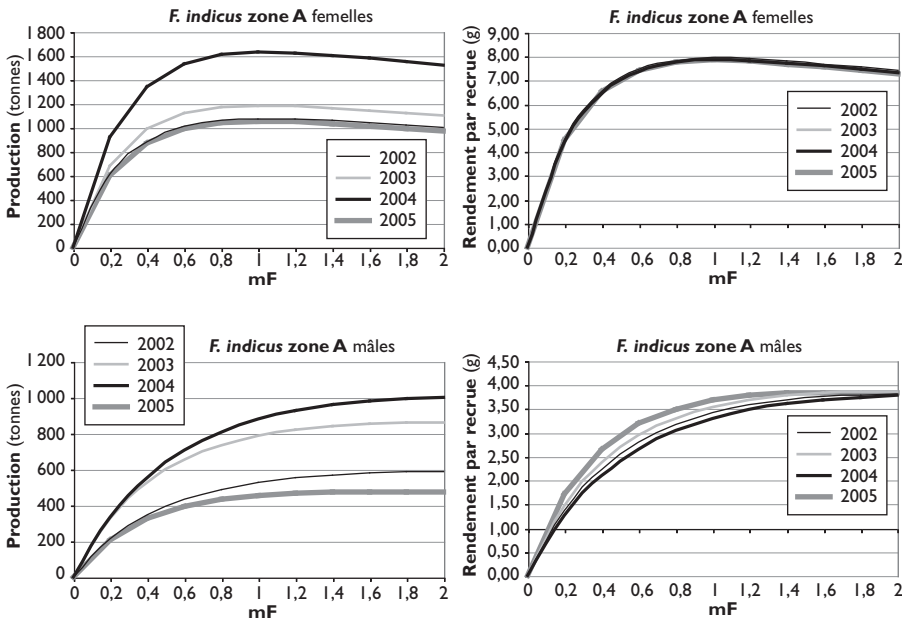


Fig. 84

Production et rendement par recrue pour les femelles et les mâles en zone A, modèle de Thompson et Bell. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

une exploitation, des niveaux très proches pouvant être atteints avec un effort de pêche réduit qui diminue les coûts. En outre, une diminution de l'effort s'accompagne d'une hausse des tailles moyennes et cet effet est important lorsqu'il s'agit d'une espèce dont les prix au kilogramme sont fonction des tailles. Les courbes de rendement par recrue sont les mêmes pour les quatre années. Les mâles qui sont, quantitativement et encore plus économiquement, moins importants que les femelles dans la pêcherie, seraient plutôt sous-exploités, comme dans l'analyse précédente, du fait que la pêche porte surtout sur des individus âgés et peu sur des classes jeunes plus nombreuses. Les productions dépendent, comme pour les femelles, des niveaux de recrutement et les effets du très faible recrutement de début d'année 2005 en pêche industrielle y sont bien visibles. Les courbes de rendement par recrue sont proches pour les quatre années.

**Productions monétaires (indices de valeur)**

Il est possible d'estimer les valeurs monétaires des productions attendues, en calculant les valeurs pour chaque classe d'âge d'après celles des individus des classes de taille qui la composent. Cela est particulièrement intéressant quand, comme pour les crevettes tropicales, les prix au kilogramme augmentent avec la taille des individus. En fait, ce qui nous intéresse vraiment ne sont pas les valeurs « réelles », mais l'évolution de la valeur relative des captures en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche. Les calculs sont basés sur les prix export FOB par espèce et par calibre transmis par l'observatoire économique de la pêche crevettière pour 2004 ; le prix relatif du calibre entier 60-80 a été fixé à 1,0 et des indices de prix pour les autres catégories ont été calculés suivant le rapport : prix du calibre/prix calibre 60-80 (tabl. 24).

En outre, pour des facilités de représentation et d'interprétation, nous avons fait correspondre la valeur monétaire relative obtenue pour la situation de l'année observée ( $mF = 1$ ) avec celle de la production pondérale correspondante.

Nous ne donnerons en exemple à la figure 85 que les résultats des femelles et des mâles pour les années 2002 et 2004, les résultats pour les deux autres années étant similaires. Pour les femelles une augmentation de l'effort de pêche pourrait se traduire par une diminution de la valeur monétaire tirée de la ressource, par contre les valeurs monétaires pourraient augmenter avec une diminution de l'effort : l'augmentation maximale estimée est de 10,5 % et 8,8 % (années 2002 et 2004) pour une diminution de l'effort de 40 % et une perte de production de 3,1 et 4,1 %. Une diminution de l'effort de 20 % se traduirait en principe par une baisse très minime de la production de 0,1-0,6 % pour une augmentation en valeur conséquente de 6,4 % et 5,8 %. Pour les mâles, l'effort effectivement exercé correspond à peu près aux indices de valeurs les plus élevés.

Tableau 24  
Indices des prix par calibre commercial pour les crevettes *F. indicus* entières (HO),  
base 1,0 pour le calibre entier 60-80 (60 à 80 individus au kg).

Calibre	U10	10-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-150	150UP
Indice prix	2,78	2,64	2,17	1,67	1,27	1,0	0,72	0,52	0,52	0,40

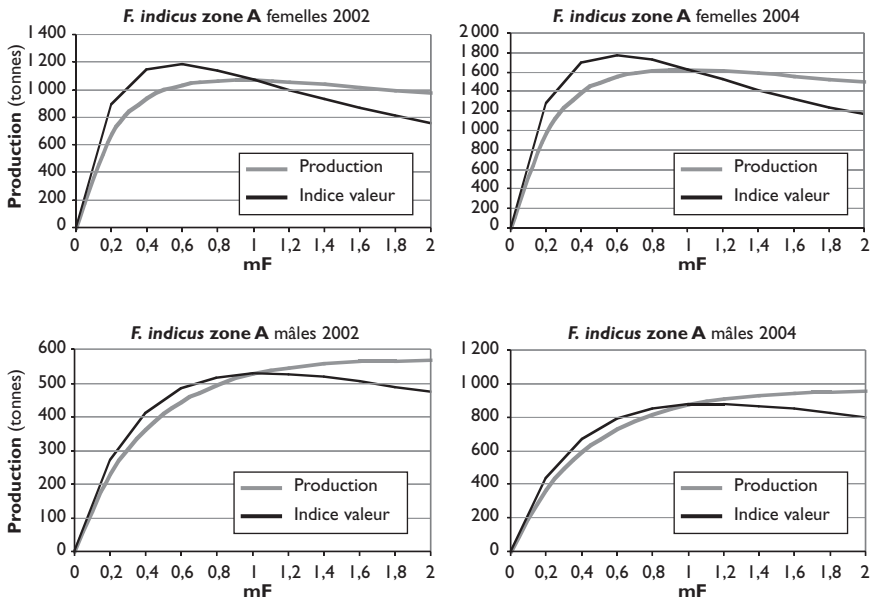


Fig. 85

Production pondérale et indice de valeur en zone A en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche pour les femelles et les mâles, années 2002 et 2004.  
La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

Pour finir, nous présentons (fig. 86) pour les deux mêmes années les courbes de production et de valeur relative pour l'ensemble mâles plus femelles, ce qui est bien sûr plus directement utile à toute personne intéressée par les pêcheries crevettières. Les productions pondérales seraient très proches des maxima. La production monétaire toutes pêcheries serait en principe un peu plus élevée pour une réduction de l'effort effectif global de 20 à 40 %.

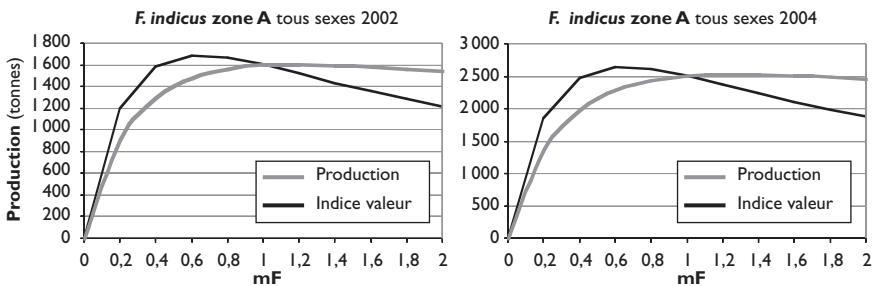


Fig. 86

Production pondérale et indice de valeur en zone A, ensemble des deux sexes, en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, années 2002 et 2004.  
La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

### Effets des prises des engins traditionnels vonosaha sur les estimations des niveaux d'exploitation

En pêche traditionnelle, un rapport du groupe Unima (BERTHIN et GASPARD, 2006) note l'utilisation de plus en plus fréquente en baie d'Ambaro de l'engin de pêche dénommé *vonosaha* (décrit p. 125, chap. 6).

D'après ce rapport, le nombre de *vonosaha* dans la baie d'Ambaro est estimé à 600 unités en 2006, qui pêchent en moyenne 15 kg de crevettes par sortie journalière, avec 15 jours de pêche par mois pendant 7 mois (mai à novembre). Ces crevettes étant composées de *F. indicus* à 95 %, les *vonosaha* auraient pêché environ 900 tonnes de cette espèce. À partir des 4 échantillons de 150 individus pesés et mesurés, le poids moyen individuel est de 1,18 g. La pêche de l'année des *vonosaha* porterait donc sur 760 millions d'individus de *F. indicus*.

D'après les structures de classe de taille, nous avons calculé que 29 % des individus appartiennent à la classe 0 et 71 % à la classe 1, avec un poids moyen individuel dans les deux classes respectivement de 0,33 et 1,50 g. Nous considérons que les individus pêchés sont composés à part égale de mâles et de femelles. D'après le rapport, la pêche des *vonosaha* serait en nette augmentation, nous considérerons qu'elle était de 300 millions d'individus en 2001 et qu'elle a augmenté de 100 millions par an pour atteindre 700 millions en 2005. Ainsi, les captures des *vonosaha* représenteraient entre 70 % (en 2001) et 84 % (en 2005) des nombres d'individus capturés par l'ensemble de la pêche industrielle et de la pêche traditionnelle « classique » en zone A. Le coefficient de mortalité naturelle  $M$  pour les classes d'âge 0 et 1 doit être plus important que celui subi par des individus plus âgés ( $M = 0,2$ ) du fait de la prédation, nous prendrons les valeurs 0,4 et 0,3 respectivement. Cela signifie pour  $M = 0,4$  que, sans pêche, 33 % des individus de moins d'un mois (classe d'âge 0) n'atteindront pas la classe d'âge 1 (individus âgés de 1 à 2 mois) et que 22,1 % des individus entrant dans la classe d'âge 1 n'atteindront pas la classe d'âge 2, soit un peu plus de la moitié de l'effectif (55,1 %) disparaissant de manière naturelle (prédation autre que la pêche, maladie, ...) en 2 mois. Les pourcentages sont de 25,9 et 19,2 % pour  $M = 0,3$ , soit alors un peu moins de la moitié qui meurt en 2 mois. Concernant les indices de prix pour lesquels la valeur 1,0 a été donnée à la valeur FOB des crevettes *F. indicus* HO du calibre 60-80, le rapport Unima indique un prix de 400 ariary par *kapoaka* (récipient utilisé sur les marchés pour la vente au détail, en général une boîte de lait de 250 g) de crevette séchée au marché d'Antsiranana. C'est – en prenant un contenu de 150 g de crevettes par *kapoaka* – environ la moitié du prix des plus petites crevettes exportées dont l'indice est de 0,4, indice qui est aussi celui de la classe d'âge 1<sup>27</sup>. Nous fixerons un peu arbitrairement les indices de prix d'ensemble à 0,2 et 0,3 pour les classes d'âge 0 et 1.

27. L'équivalent en frais du poids de crevettes dans un *kapoaka* serait plutôt de 210 g (GOEDEFROIT *et al.*, 2002) au lieu des 150 g que nous avons utilisés, ce qui diminuerait le prix au kg et donc l'indice de valeur. Mais, nous n'avons pas voulu que les indices de prix soient très inférieurs entre ceux des plus petites crevettes de la pêche industrielle et ceux de commercialisation locale en provenance de la pêche traditionnelle.

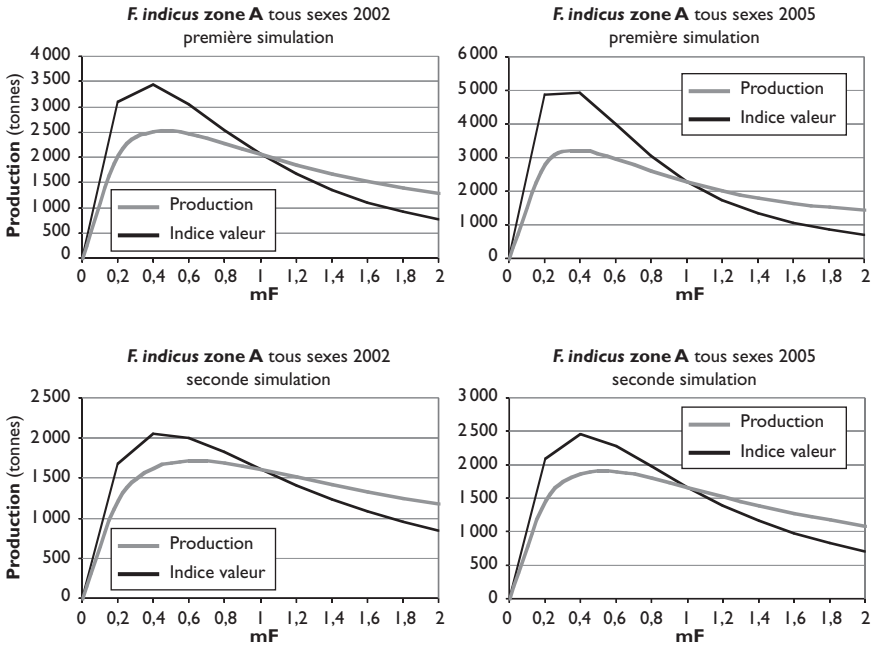


Fig. 87

Production pondérale et indice de valeur en zone A, ensemble des deux sexes, en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, ensemble pêche industrielle et pêche traditionnelle comprenant l'engin vonosaha, première et seconde simulation, années 2002 et 2005.

Une capture de 900 tonnes pose cependant des questions, en particulier est-ce compatible avec une consommation villageoise couplée avec une commercialisation régionale ou à une échelle plus vaste comprenant la capitale ? Dans le doute, nous avons effectué une seconde simulation basée sur une capture de moitié inférieure, soit 450 tonnes.

La figure 87 présente les courbes de production et de valeur relative pour l'ensemble des mâles et femelles, obtenues pour les années 2002 et 2005 avec les deux simulations. Avec la première il y aurait une forte surexploitation de croissance, les productions pour les efforts observés ( $mF = 1$ ) étant nettement en dessous des maxima des courbes. La seconde simulation montre une surexploitation un peu moindre, mais quand même très nette. Les courbes de production monétaire, dont l'indice a été artificiellement amené à la valeur de la production pondérale pour  $mF = 1$ , montrent qu'il y aurait potentiellement des gains très importants si la pêche des *vonosaha* n'existait pas. Ce point est cependant à relativiser dans la mesure où le système d'exploitation des *vonosaha*, pêche pratiquée surtout par de vieux et pauvres pêcheurs pour l'autoconsommation ou l'approvisionnement du marché local, est très différent des autres systèmes d'exploitation, pour lesquels le débouché essentiel est le marché d'exportation.

Ces résultats sont à comparer avec ceux obtenus à partir des analyses réalisées sans les *vonosaha*, où les productions pondérales étaient très proches des maxima. La pêche des *vonosaha* a donc un important effet négatif sur l'ensemble de la pêcherie.

## **Discussion**

Les analyses de cohortes sont sensibles aux valeurs données en entrée au coefficient de mortalité naturelle  $M$ , soit 0,20 pour chaque sexe et pour le travail effectué ci-dessus. Nous avons testé une valeur de 0,25 par mois dans les premières modélisations afférentes au travail présenté : cela entraînait une diminution de la surexploitation qui paraissait exister pour les femelles mais augmentait la sous-exploitation pour les mâles. Nous avons aussi utilisé des valeurs de 0,2 pour les femelles et 0,18 pour les mâles, déjà retenues dans les analyses de pseudo-cohortes réalisées lors d'ateliers précédents (DINTHEER *et al.*, 1998 ; MOGUEDET *et al.*, 2000) : cela atténuait un peu le diagnostic de sous-exploitation des mâles, mais l'équilibre du recrutement entre sexes était moins bon. La valeur  $M = 0,2$  pour les deux sexes a été finalement conservée.

En zone A, d'après les productions estimées de *Fenneropenaeus indicus*, c'est la pêche traditionnelle qui domine largement et c'est donc d'elle que dépendent principalement les résultats des analyses. En 2003-2005, les profils de rendement et de capture des trois principaux engins de pêche traditionnelle en zone A sont différents de ceux décrits par DOMALAIN et RASOANANDRASANA (2001 a) de 1990 à 2000. Il semble donc qu'il y ait eu des changements importants. Les répartitions entre sexes paraissent bien différentes en mer et en estuaire. Les recensements, les enquêtes de captures et de rendements, ainsi que le sexage et les mensurations des captures de crevettes par les différents engins de pêche traditionnelle devraient donc continuer en baie d'Ambaro car les évolutions y sont rapides. Il serait également utile d'avoir plus d'informations sur la collecte des captures auprès de la pêche traditionnelle, principalement auprès des collecteurs indépendants qui ne semblent pas associés à un armement opérant dans la zone.

Pour la pêche industrielle nous utilisons des données déjà assez anciennes (1999) sur les distributions par sexe dans les calibres pour l'ensemble de la côte ouest ; il serait bon de réactualiser ces données, d'autant que les procédures de tri par calibre sont de plus en plus automatisées et sans doute plus précises.

Les résultats de l'étude conduisent à un diagnostic de pleine exploitation en production pondérale, les productions monétaires pouvant être améliorées avec une réduction de l'effort global. Ils sont obtenus à partir des données de la pêche industrielle, ainsi qu'à partir des résultats des enquêtes et échantillonnages de la pêche traditionnelle qui portent sur les engins de pêche participant en grande partie au marché d'exportation. Les résultats sont très différents quand la pêche croissante de très petits individus par les barrages *vonosaha* est prise en considération. Ils conduisent à des pronostics de nette surexploitation.

Ces conclusions sont tirées sans prendre en compte la pêche des *pôtô* (filets à l'étalage sur pieux), qui capturent aussi un nombre important de juvéniles de la crevette *F. indicus*. Le nombre de ces engins s'est récemment considérablement accru, et la maille au niveau du cul du filet, qui était auparavant de 12 mm est souvent de 1,5 mm (Rodellec et Caverivière, chapitre 6). Ces filets ont de plus été utilisés en période de fermeture de la pêche à la crevette de fin 2005-début 2006, et peut-être aussi, dans une moindre mesure, lors des fermetures antérieures. Ces nouvelles données devraient encourager à intensifier, en l'adaptant, le système d'enquête conduit par le PNRC, afin de prendre en compte les captures de ces deux engins.

À l'ouverture de la saison de pêche 2005, les captures des crevettiers ont été si faibles en baie d'Ambaro que plusieurs navires ont arrêté la pêche dans une zone considérée comme la plus riche en crevettes de Madagascar. Par contre, les prises de la pêche traditionnelle dans les estuaires ont été correctes pendant la même période. Il est possible, si ce n'est probable, que l'augmentation des captures de la pêche traditionnelle, particulièrement en petits individus, ait conduit à une forte diminution du recrutement des jeunes adultes en mer. Une analyse des conditions de l'environnement en baie d'Ambaro (Voisin et Sandon, chapitre 4) n'a pas permis de déceler d'anomalie sur la période précédant l'ouverture de la saison de pêche et son début. Ce n'est cependant pas une preuve qu'il n'en ait pas existé.

## Zone d'aménagement B

La période d'étude s'étend de 2001 à 2004, des données concernant 2005 n'ayant pu être disponibles pour certains éléments de la pêche.

Concernant les méthodes d'analyses le lecteur se référera à la partie précédente relative à la zone d'aménagement A.

### Les données

#### *Pêche traditionnelle et artisanale*

Comme pour la zone A, l'estimation des quantités capturées par la pêche traditionnelle et leur répartition par classe de taille pose ici des difficultés. On se référera au chapitre 7 (p. 151) pour la répartition des engins et les évaluations de leurs captures dans la zone de pêche principale qui est la baie de Narindra.

La figure 88 représente les distributions de fréquence des *F. indicus* pêchées par les *kaokobe* en 1989-1995 et en 1999 dans la baie de Narindra, ainsi que – pour comparaison – les distributions enregistrées en 2003 pour l'engin *kaokobe* en baie d'Ambaro (zone A plus au nord) et la pêche industrielle pour l'ensemble de la zone B.

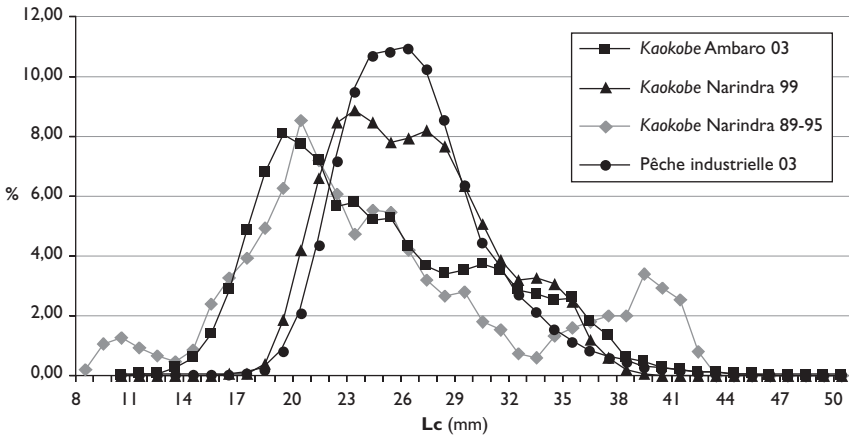


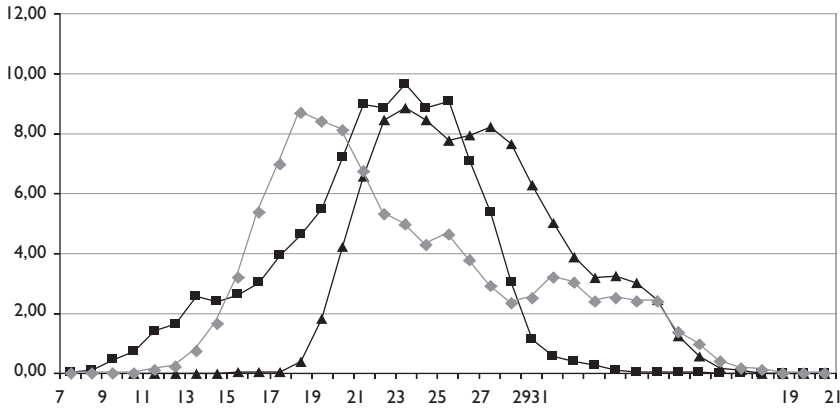
Fig. 88

Distributions de fréquence (pourcentages) de longueur céphalothoracique des *F. indicus* capturées par les kaokobe en baie de Narindra en 1989-1995, 1999 et en baie d'Ambaro en 2003 (10 485, 13 494 et 9 960 individus respectivement), et aussi distribution de la pêche industrielle en zone B en 2003.

On observe en 1999 dans la baie de Narindra une diminution du pourcentage des petites tailles pêchées par les *kaokobe* par rapport à la période antérieure. Cette diminution est probablement liée à l'augmentation de la chute des filets qui permet de pêcher plus profond, là où les petites crevettes sont moins abondantes. Ce serait une réponse des principaux collecteurs à la demande des usines de traitement qui ne voulaient pas de crevettes trop petites. Cette diminution des petites tailles n'apparaît pas jusqu'en 2003 en baie d'Ambaro, où la collecte est moins dépendante de grandes sociétés et où les petits fonds iraient plus au large. La distribution la plus récente des prises des *kaokobe* en baie de Narindra est proche de celle des crevettiers industriels dans la zone.

La pêche crevettière traditionnelle en zone d'aménagement B n'est pas limitée à la région de la baie de Narindra, elle existe aussi de manière plus réduite dans la région du Boïna, qui regroupe les baies de la Mahajamba, de Bombetoka et de Boeny. DOMALAIN et RASOANANDRASANA (2001 a) estiment grossièrement les captures de crevettes, *F. indicus* en très grande majorité, de la pêche traditionnelle dans cette zone à 85 tonnes annuelles, prélevées essentiellement à l'aide de *kopiko* (53 t) et de *valakira* (23 t). Les *kopiko* sont des sortes de petits chaluts traînés à pied à contre-courant, en début de marée descendante ou montante, et l'emploi de petites mailles donne lieu à des prises de crevettes de petite taille dans leur ensemble. La figure 89 montre que les crevettes *F. indicus* pêchées par les *kopiko* sont plus petites que celles pêchées par les *kaokobe* ; la distribution est aussi quelque peu différente de celle des *valakira* de la baie d'Ambaro (nous ne disposons pas de distributions de fréquence pour les *valakira* de la zone B), avec une forme plus en dôme qui montre plus de crevettes juvéniles et moins de grosses, ainsi que les pourcentages les plus élevés situés à des tailles supérieures à celles observées pour les *valakira*.





Les captures annuelles de la pêche traditionnelle ont évolué entre 2000 et 2004 comme il apparaît dans les statistiques des deux principales sociétés faisant de la collecte pour l'exportation. Il y a une augmentation sensible de 2000 à 2002, qui s'accélère en 2003 avec la mise en place d'une unité dite d'appui qui ne quitte pas la baie de Narindra de toute la saison de pêche, cette unité de 1 000 CV assurant sur place le traitement de crevettes collectées auprès des piroguiers. Il y a une baisse en 2004 due à la mise à l'écart de cette unité par voie réglementaire. À partir de toutes les données dont nous disposons, nous avons fait une estimation grossière des captures annuelles de la pêche traditionnelle et dans une bien moindre part de la pêche artisanale opérant dans les baies (tabl. 25).

Les distributions par sexe des trois engins seront utilisées au prorata des captures des engins pour l'analyse de population de la zone B. La méthode employée est assez similaire à celle de la pêche traditionnelle de la zone A : calcul de la distribution en nombre de chaque sexe pour 1 kg d'échantillon total (mâles + femelles). La répartition des captures estimées est de 82, 13 et 5 % respectivement pour les *kaokobe*, les *valakira* et les *kopiko*, d'après les enquêtes de 1999 et 2004 et en regroupant la pêche artisanale avec les *kaokobe* (pêche artisanale, *kaokobe* et pêche industrielle doivent avoir des structures de taille des crevettes pêchées très proches, cf. la figure 88 pour les deux derniers engins).

Comme nous ne disposons pas de la ventilation des captures par mois des différents engins de pêche traditionnelle, cette répartition sera faite en fonction de celle de la pêche industrielle, approximation qui devrait peu biaiser les résultats, la pêche traditionnelle (d'après les données mensuelles des deux principales sociétés faisant de la collecte) et la pêche industrielle ayant une saisonnalité assez comparable de leurs captures.

Tableau 25  
Estimation des captures (tonnes) par segment de pêche en zone B.

	2001	2002	2003	2004
Pêche traditionnelle + pêche artisanale	1 000	1 200	1 400	1 150
Pêche industrielle	650	730	740	460
<b>Total</b>	<b>1 650</b>	<b>1 930</b>	<b>2 140</b>	<b>1 610</b>

### Pêche industrielle

Les données qui vont être utilisées concernent les seuls crevettiers autorisés à travailler en zone B, bien qu'il arrive que des crevettiers autorisés en zone C pêchent en zone B, dans les carrés statistiques de cette zone adjacents à ceux de la bordure interne de la zone C.

Deux armements ont travaillé en zone B sur la période considérée. Le plus important utilise surtout des petits crevettiers (270 CV) dont la production est traitée en usine. Ces armements nous ont fourni leurs captures mensuelles de *F. indicus* par calibre et par mois. Les volumes de crevettes sans têtes et décorquées ont été convertis en équivalent poids entier. Les faibles quantités de crevettes en vrac ont été réparties suivant nos connaissances sur leur distribution. Les quantités finales (cf. tabl. 25 pour les valeurs annuelles) ont ensuite été transformées à partir des calibres en nombre d'individus par sexe et classe de taille. On note une baisse importante des débarquements de la pêche industrielle en 2004, provenant du principal armement ; le recrutement aurait pu être touché (facteurs environnementaux ?, surpêche en 2003 ?), mais d'autres causes sont possibles et nous ne nous prononcerons pas pour le moment.

### Paramètres pour les modélisations

Les équations de croissance utilisées pour les mâles et les femelles de la zone proviennent de l'étude de Rafalimanana et Caverivière (chapitre 3). Les équations de croissance permettent de donner un âge moyen à chaque classe de taille. Comme la croissance en zone B a été estimée nettement plus faible que dans les zones voisines, nous avons dû faire des regroupements en classes d'âge bimensuelles pour avoir des intervalles de taille entre deux classes d'âge qui ne soient pas trop rapprochés. Ainsi, la classe 1-2 regroupera les individus dont l'âge moyen est compris entre 1 et 3 mois, la classe 3-4 ceux entre 3 et 5 mois, etc. Les courbes de croissance ne permettent pas de donner un âge suffisamment précis au-delà de l'âge de 12 mois pour les mâles et les femelles (trop peu de classes de taille et d'individus au-delà de la classe d'âge 11-12 mois) ; les individus capturés font partie des classes d'âge s'étendant de la classe 1-2 mois à celle regroupant les individus âgés de plus de 12 mois (classe 13+).

Nous avons choisi un coefficient de mortalité naturelle  $M$  constant de 0,20 (coefficient mensuel) pour toutes les classes d'âges et les deux sexes à partir de différentes études déjà utilisées pour la zone A.

## Résultats

Compte tenu des incertitudes particulières à cette zone comme la croissance singulièrement faible, ainsi que les estimations approximatives des captures de la pêche traditionnelle (qui domine) et de leur distribution en taille, les résultats suivants sont à prendre avec précaution.

### Poids moyens individuels et nombres des individus capturés par sexe

Les poids moyens individuels pour chaque sexe, obtenus à l'issue des différentes étapes de prétraitement des données, sont proches en pêche industrielle de 2002 à 2004 (16,1 à 17,8 g pour les femelles et 12,5 à 12,8 g pour les mâles), ils sont en diminution par rapport à 2001 (19,5 et 13,8 g respectivement). En pêche traditionnelle, la méthodologie suivie n'a permis de calculer que des valeurs par sexe communes aux quatre années (15,7 g pour les femelles et 10,1 g pour les mâles). Comme prévu à partir des distributions de fréquence, les poids moyens individuels de la pêche industrielle sont un peu plus élevés que pour la pêche traditionnelle.

Les évolutions mensuelles des effectifs de mâles et de femelles capturés sont représentées sur la figure 90. Chaque année il y a un peu plus de femelles que de mâles capturés, mais la disproportion n'est pas très grande et les évolutions mensuelles des deux sexes sont similaires. Après l'ouverture de la pêche, les pics de captures des femelles sont enregistrés en mars de 2001 à 2003 (ouverture du 21 au 24 février) et en avril en 2004 (ouverture de la pêche plus tardive, le 15 mars). Les captures diminuent ensuite très rapidement, de manière encore plus brutale qu'en zone A et qu'en zone C (cf. p. 202). Les captures d'une année sont principalement effectuées dans les deux mois suivant l'ouverture de la pêche. La baisse des captures pourrait être accentuée par deux phénomènes : un report, quelque temps après l'ouverture, de l'effort

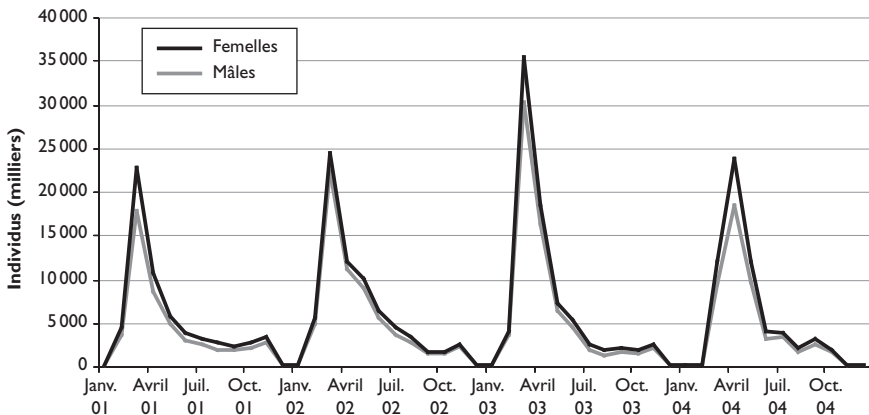


Fig. 90

Captures en nombre par sexe (milliers) de *Fenneropenaeus indicus* en zone B.

de pêche de certains navires du principal armement opérant dans la zone vers d'autres espèces, en particulier *Penaeus japonicus* qui est plus profonde que *F. indicus* ; peut-être aussi un report de l'effort de pêche vers la zone C.

Les femelles dominent les captures en poids, du fait de leur nombre un peu plus élevé et surtout de leur croissance plus rapide que celle des mâles.

### Recrutements et biomasses

Le recrutement dans la pêcherie commence à la classe d'âge 1-2 (soit des individus âgés entre 1 et 3 mois) pour les mâles et les femelles. Les évolutions des effectifs mensuels pour cette classe d'âge, calculés de manière rétroactive par analyse de cohortes, sont présentées à la figure 91.

Les pics de recrutement correspondant à la période d'abondance des *F. indicus* (saison des pluies) ainsi qu'à la principale saison de pêche sont bien marqués, avec les sommets en octobre-décembre pour les mâles et décembre-janvier pour les femelles. Le recrutement d'ensemble mâles + femelles apparaît le plus fort en saison des pluies 2002-2003, puis pour la saison des pluies 2004-2005. Comme pour la zone A, il y a un décalage entre les mois de plus grande abondance des mâles et des femelles – les pics d'abondance des mâles se situant avant ceux des femelles – sans doute pour les mêmes raisons. Pour la classe d'âge prise pour le recrutement, les quantités annuelles de mâles présentes dans la mer seraient nettement plus grandes que celles de femelles, ce qui n'est pas très satisfaisant, nous en reparlerons dans la discussion générale commune aux quatre zones d'aménagement.

Les plus fortes biomasses des femelles et des mâles sont observées en mars, en bonne concordance avec les maxima de recrutement et avec la fin de la période de fermeture qui a protégé les stocks. Les biomasses des femelles et des mâles auraient été plus élevées au début 2003 que celles des autres années.

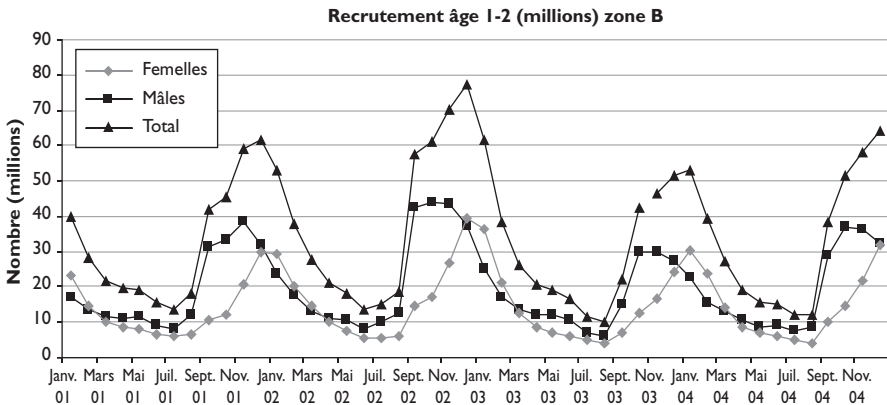


Fig. 91

Évolutions mensuelles par sexe des recrues (classe d'âge 1-2) de *F. indicus* en zone B.

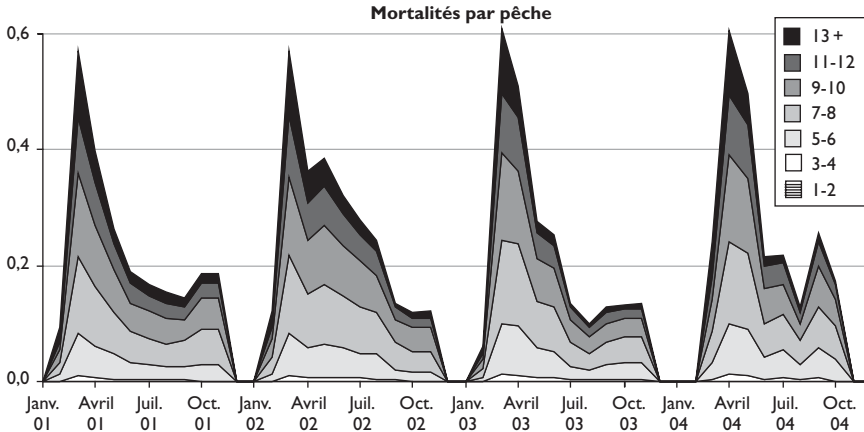


Fig. 92

Évolutions des coefficients mensuels de mortalité par pêche par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone B.

### Mortalités par pêche

Les mortalités par pêche subies par les crevettes *F. indicus* portent sur des individus assez avancés en âge, 7 mois et plus (fig. 92 pour les femelles qui dominent la production). Elles sont les plus élevées pour le mois complet qui suit l'ouverture de la saison de pêche, mars 2001 à 2003, avril en 2004 qui a eu une ouverture de la pêche retardée de 3 semaines par rapport aux années précédentes ; les décroissances des mortalités par pêche sont ensuite rapides.

Sur la figure 93 sont représentées les mortalités par pêche par sexe et par classe d'âge pour les quatre années étudiées. Les mortalités par pêche des femelles augmentent rapidement jusqu'à la classe d'âge 7-8, elles diminuent nettement après la classe 9-10, ce qui peut traduire une disponibilité moindre des individus les plus âgés ou une mortalité naturelle plus élevée. Pour les mâles, l'augmentation rapide des mortalités va jusqu'à la classe 9-10, elles se stabilisent ensuite. Les taux de mortalité des mâles sont inférieurs à ceux des femelles.

### Modèle de Thompson et Bell

#### Productions pondérales par sexe et rendements par recrue

La figure 94 présente les courbes de production et de rendement par recrue des femelles et des mâles de *F. indicus* en zone B pour les années 2001 à 2004. Les courbes de production et de rendement par recrue montrent une petite sous-exploitation des femelles. Si des augmentations de l'effort de pêche accroîsseraient un peu la production, elles feraient chuter proportionnellement plus les rendements de la pêche. Il est bien connu qu'une meilleure optimisation de la pêche est obtenue pour des niveaux d'effort inférieurs à celui qui correspond à la production pondérale maximale. Pour les mâles, qui contribuent nettement moins que les femelles à la production d'ensemble de la pêcherie, le diagnostic de sous-exploitation est plus marqué.

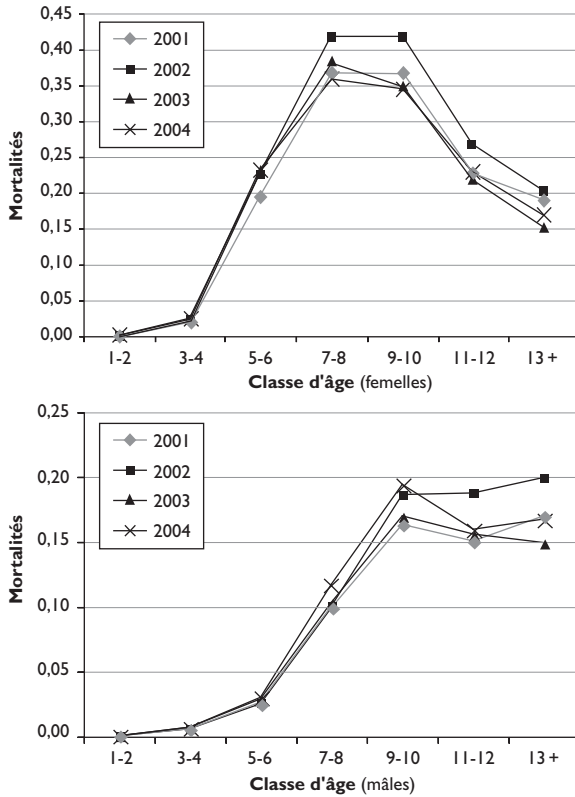


Fig. 93

Mortalités par pêche (moyennes mensuelles de l'année) par classe d'âge de 2001 à 2004, femelles puis mâles, zone B.

Les courbes de production pondérale pour les différentes années ont la même allure, mais pas les mêmes niveaux qui semblent refléter les niveaux des captures (tabl. 25) plus que ceux des recrutements calculés (fig. 91), alors que les poids moyens individuels sont stables de 2002 à 2004. Ce point est quelque peu gênant et nous y reviendrons dans la conclusion générale concernant les analyses effectuées pour l'ensemble de la pêcherie.

#### Productions pondérales et monétaires tous sexes

Les productions de l'ensemble des deux sexes, exprimées en volume et en indice de valeur, en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, sont représentées sur la figure 95 pour les années 2002 et 2004. Si l'espèce paraît un peu sous-exploitée par rapport à l'optimum de production pondérale, c'est à un niveau correspondant mieux à une meilleure optimisation de la pêche que celui du maximum de production (puisque pour un gain assez faible de production il faudrait augmenter considérablement l'effort de pêche, conduisant à une baisse proportionnelle des rendements), les productions monétaires estimées seraient quant à elles à l'optimum.

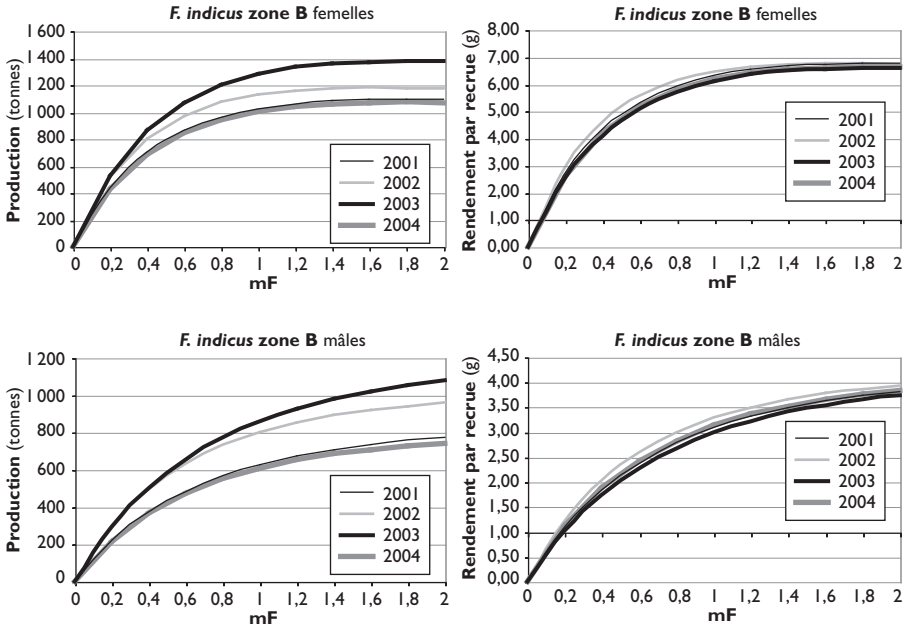


Fig. 94

Production et rendement par recrue pour les femelles et les mâles en zone B, modèle de Thompson et Bell. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

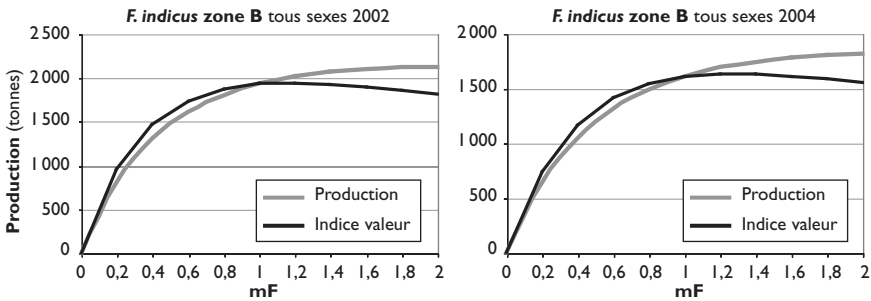


Fig. 95

Production pondérale et indice de valeur en zone B en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche pour l'ensemble des deux sexes, années 2002 et 2004. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

## Conclusion

Comme en zone A, les crevettes *F. indicus* de la zone B sont nettement plus exploitées par la pêche traditionnelle que par la pêche industrielle.

Du point de vue du niveau d'exploitation, en termes de conservation de la ressource, la crevette *F. indicus* apparaît de prime abord un peu sous-exploité dans la zone d'aménagement B, à un niveau en rapport avec une bonne optimi-

sation de la pêche en volume, et la production en valeur serait maximale. Concernant cette sous-exploitation de production, *a priori* un peu étonnante, il faut rappeler que si les coefficients de mortalité par pêche sont importants en début de saison, ils chutent très rapidement par la suite. Cette chute est peut-être accélérée par un report de l'effort de pêche de certains navires du principal armement industriel opérant dans la zone vers d'autres espèces et peut-être aussi par un report de l'effort de pêche vers la zone C ; au final on se retrouverait alors pour l'ensemble de l'année avec un effort de pêche sur l'espèce inférieur à celui qui correspond au potentiel maximal de production pour la zone.

Comme en zone A, il est possible que des éléments de la pêche traditionnelle, encore mal connue, ne soient pas pris en compte, tels les barrages d'affluents (*vonikinga*, équivalents aux *vonosaha* de la zone A) et les filets à l'étagage (*pôtô*) capturant des crevettes *F. indicus* très petites. Si ces engins de pêche ont réellement augmenté leurs activités, leur prise en compte conduirait à des diagnostics de niveaux d'exploitation plus élevés, pouvant aller jusqu'à une surexploitation marquée. La chute de la production de la pêche industrielle en 2004 est peut-être une conséquence d'une plus forte exploitation en pêche traditionnelle, des facteurs environnementaux pouvant jouer aussi un rôle. Cependant, les informations récentes et non chiffrées relatives aux années 2005 et 2006 et indiquant une baisse des captures et des rendements de la pêche industrielle en zone B, mais aussi de la pêche traditionnelle classique et la confirmation de la probable augmentation des barrages d'affluents incitent au pessimisme quant à l'état récent de la ressource. Une information très récente (octobre 2006) d'une source digne de foi indique que la collecte de crabes de mangrove, produit de bonne valeur, en baie de Mahajamba (située un peu au sud de la baie de Narindra) est à cette période bien réduite par manque de produit, les pêcheurs préférant capturer des petites crevettes. Le désenclavement de la zone par le renforcement de l'infrastructure routière, permettant probablement une collecte plus importante par voie terrestre, a permis de mieux répondre à la demande d'un marché national pour les petites crevettes séchées, en particulier vers la capitale.

Il faut donc rester très prudent sur les diagnostics pour la zone du fait de nombreuses incertitudes dans les données et dans l'interprétation des résultats. La pêche traditionnelle, très importante et qui évolue rapidement, devra être mieux cernée. La pêche industrielle doit aussi être analysée en étudiant l'évolution des rendements des navires.

## Zone d'aménagement C

La période d'étude s'étend de 2001 à 2004, des données concernant 2005 n'ayant pu être disponibles pour certains éléments de la pêcherie. Pour les indications concernant les méthodes d'analyses, le lecteur se référera à la partie consacrée à la zone d'aménagement A.



Tableau 26

Prises annuelles (tonnes) de *F. indicus* par segment de pêche en zone C.  
 PI : pêche industrielle, PA : pêche artisanale, PT : pêche traditionnelle.

Année	2001	2002	2003	2004
PI + PA	2 991	3 971	3 460	3 465
PT	500	500	500	500
<b>Total</b>	<b>3 491</b>	<b>4 471</b>	<b>3 960</b>	<b>3 965</b>

## Les données

### *Pêches industrielle et artisanale*

La quasi-totalité des armements opérant dans la zone C ont fourni leurs captures mensuelles de *F. indicus* par calibre et par mois. Les transformations nécessaires ont été faites pour changer les quantités de crevettes sans têtes et décortiquées en équivalent entier. Les quelques navires dont nous n'avions pas les captures et leur distribution par les armements ont été rajoutés au prorata des captures mensuelles de ces crevettiers issues de la base nationale crevettière Banacrem. Les quantités finales (tabl. 26) ont ensuite été transformées à partir des calibres en nombre d'individus par sexe et classe de taille.

### *Pêche traditionnelle*

Comme pour les zones A et B, l'estimation des quantités capturées par la pêche traditionnelle et leur répartition par classe de taille a posé des difficultés. Finalement, la pêche traditionnelle a été estimée à 500 tonnes pour chaque année (cf. p. 151, chapitre 7). La distribution en taille des captures de la pêche traditionnelle est particulièrement délicate. Nous avons utilisé la distribution globale des crevettes traitées par une entreprise de pêche artisanale et de collecte auprès de la pêche traditionnelle, et pris comme représentatives de la pêche traditionnelle pour l'ensemble de la période les distributions mensuelles de l'année où la collecte a été la plus importante (2002, avec 19 % du total en collecte et les pourcentages en petites tailles les plus élevés). Cela semble le meilleur pis-aller, acceptable pour une pêche traditionnelle qui ne représenterait qu'environ 12 % des prises totales de la zone sur la période.

### *Paramètres pour les modélisations*

Les équations de croissance utilisées pour la zone, qui permettent de donner un âge moyen à chaque classe de taille des mâles et des femelles, sont issues de l'étude réalisée par Rafalimanana et Caverivière (chapitre 3). Pour cette zone, les courbes de croissance ne permettent pas de donner un âge suffisamment précis au-delà de l'âge de 8 mois pour les femelles et 6 mois pour les mâles (trop peu de classes de taille et d'individus au-delà des classes d'âge 8 et 6 mois) ; les individus capturés font partie des classes d'âge s'étendant de la classe 1 mois à celles regroupant les individus âgés de plus de 9 mois pour les femelles et 7 mois pour les mâles (classe 9+ et 7+ respectivement).

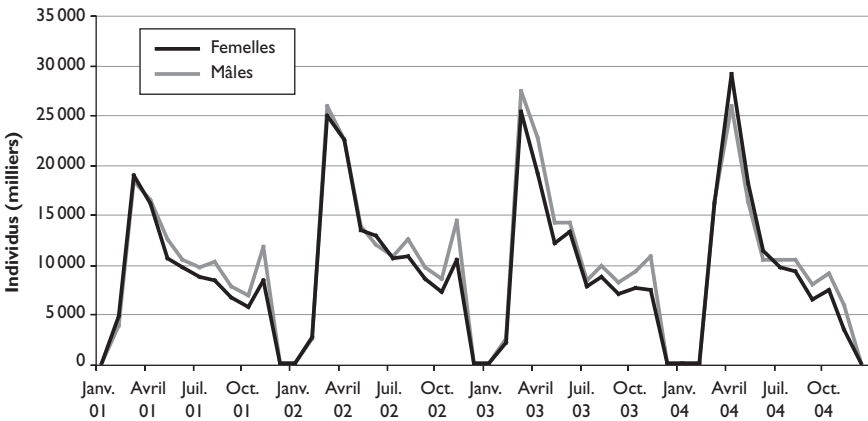


Fig. 96  
Captures en nombre par sexe (milliers) de *F. indicus* en zone C.

Comme pour les zones étudiées précédemment nous avons utilisé une valeur de 0,20 comme coefficient mensuel de mortalité naturelle, pour toutes les classes d'âges.

## Résultats

### Nombres d'individus capturés par sexe, poids moyens individuels

Pour chaque année, les effectifs d'individus mâles et femelles capturés (fig. 96) sont similaires, ainsi que leurs évolutions mensuelles. Après l'ouverture de la pêche, les pics de captures des femelles sont enregistrés en mars de 2001 à 2003 et en avril en 2004, les captures diminuent ensuite très rapidement, particulièrement en 2004. Le pic secondaire qui apparaît sur la figure les mois de novembre 2001-2003 est au moins en partie dû à la façon dont la pêche traditionnelle a été estimée (extrapolation des données de 2002) et n'est pas vraiment représentatif. Les femelles dominent pondéralement du fait de leur croissance plus rapide.

Les poids individuels par sexe sont proches en moyenne annuelle, sans évolutions notables, ils vont de 18,9 à 20 g pour les femelles et de 16,2 à 17,3 g pour les mâles (tous types de pêche confondus). Une étude plus détaillée a permis de montrer que les poids moyens tous sexes sont décroissants du large vers la côte : soit en allant de la pêche industrielle vers la pêche traditionnelle, en passant par la pêche artisanale.

### Recrutements et biomasses

Le recrutement dans la pêcherie commence à la classe d'âge 1 (soit des individus âgés entre 1 et 2 mois) pour les mâles et les femelles. Les évolutions des effectifs mensuels présents dans la mer pour cette classe d'âge sont présentées à la figure 97.

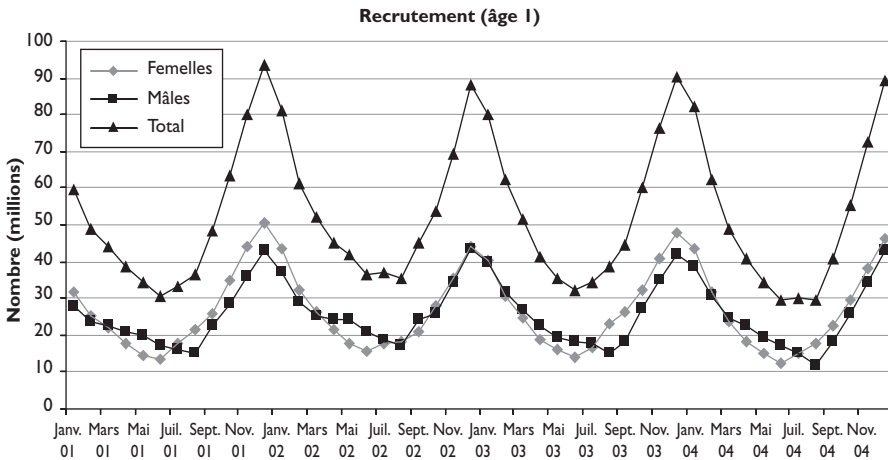


Fig. 97

Évolutions mensuelles par sexe des recrues (classe d'âge 1) de *F. indicus* en zone C.

Les pics de recrutement correspondant à la période d'abondance des *F. indicus* (saison des pluies) ainsi qu'à la principale saison de pêche sont nets, de niveau similaire (ce qui est quelque peu différent des zones précédemment étudiées) et remarquablement superposés pour les mâles et les femelles, avec les sommets en décembre. Les recrutements annuels sont bien équilibrés entre les mâles et les femelles, ce qui est satisfaisant, avec une légère domination des mâles ou des femelles suivant les années.

Comme pour les zones A et B, les plus fortes biomasses des femelles et des mâles sont observées en mars, en bonne concordance avec les maxima de recrutement et avec la fermeture de la saison de pêche qui a protégé les stocks. Les biomasses des femelles et des mâles auraient été faibles au début de 2001 par rapport aux années suivantes.

### Mortalités par pêche

Les mortalités par pêche des femelles (fig. 98) et des mâles sont les plus élevées en début de saison de pêche où l'on observe aussi les maxima de biomasses. Elles ne diminuent pas rapidement par la suite comme en zone A et B, ce qui montre que l'activité de pêche visant l'espèce est soutenue toute l'année, les captures diminuent cependant avec la baisse des biomasses.

Sur la figure 99 sont représentées les mortalités par pêche par classe d'âge pour les quatre années étudiées. Pour les deux sexes, les mortalités augmentent nettement avec l'âge, jusqu'à l'âge 6 pour les femelles et elles sont *grosso modo* au même niveau après, jusqu'à l'âge 4 pour les mâles et elles sont ensuite en diminution pour les âges 6 et 7, ce qui montrerait une baisse de disponibilité.

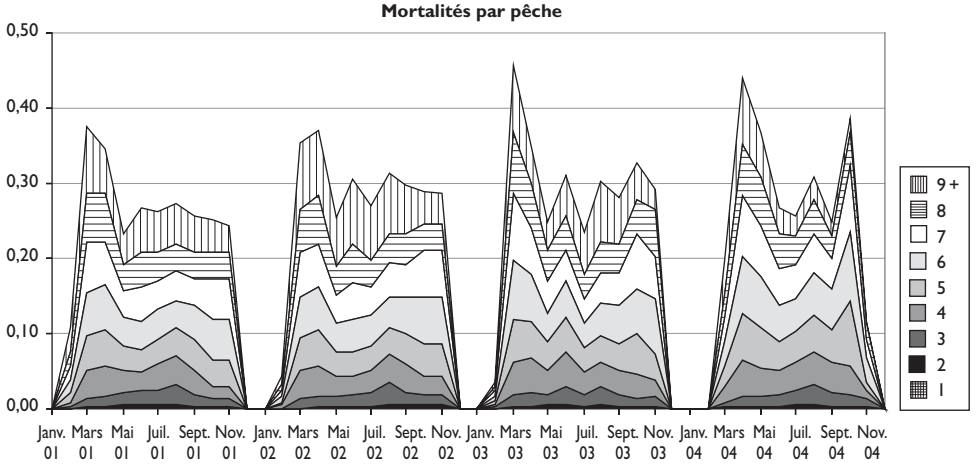


Fig. 98

Évolutions des coefficients de mortalité par pêche par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone C.

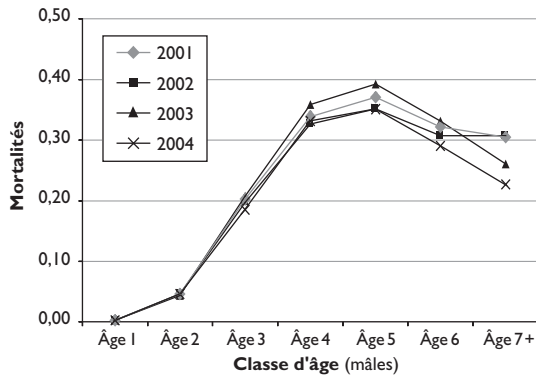
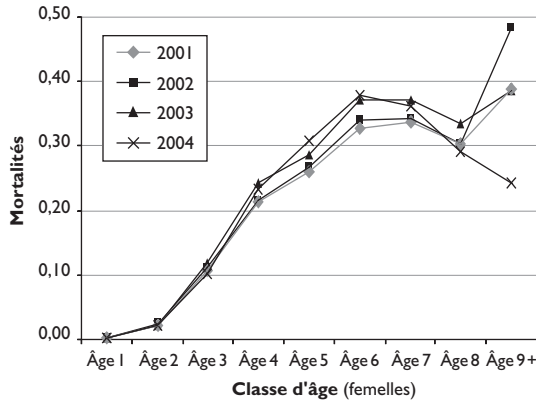


Fig. 99

Mortalités par pêche (moyennes mensuelles de l'année) par classe d'âge (diagramme d'exploitation) de 2001 à 2004, femelles puis mâles, en zone C.

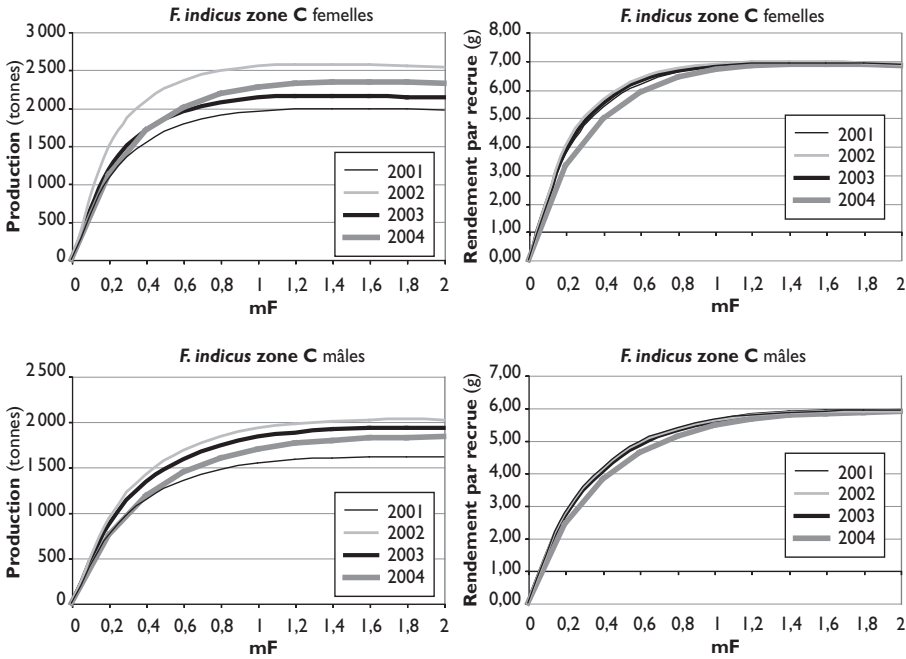


Fig. 100

Production et rendement par recrue pour les femelles et les mâles en zone C, modèle de Thompson et Bell. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

### Modèle de Thompson et Bell

#### Productions pondérales par sexe et rendements par recrue

La figure 100 présente les courbes de production et de rendement par recrue des femelles et des mâles de *F. indicus* en zone C pour les années 2001 à 2004. Les niveaux des courbes de production sont assez proches pour les quatre années et les allures similaires, les courbes de rendement par recrue sont pratiquement superposées.

Les courbes de production et de rendement par recrue montrent, tant pour les mâles que les femelles que l'espèce ne serait pas surexploitée en zone C. Les niveaux sont à l'optimum de l'effort appliqué et un peu en dessous pour les mâles.

#### Productions pondérales et monétaires tous sexes

Les productions en volume et en indice de valeur, en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, années 2002 et 2004 prises comme exemple, sont représentées sur la figure 101. Dans l'ensemble, les productions pondérales et monétaires sont à leur maximum. Des productions monétaires équivalentes peuvent cependant être espérées avec une réduction de l'effort de 20 %, ce qui entraînerait alors une augmentation des rendements.

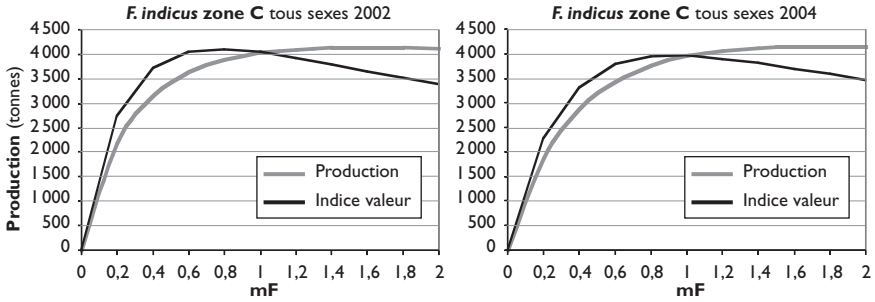


Fig. 101

Production pondérale et indice de valeur en zone C en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche pour l'ensemble des deux sexes, années 2002 et 2004.

La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

## Conclusion

Du point de vue du niveau d'exploitation et en termes de conservation de la ressource, la crevette *F. indicus* n'apparaît pas en danger de surexploitation biologique dans la zone d'aménagement C. Il faut rappeler que l'exploitation se fait sur une petite partie de la surface côtière de cette zone (RAFALIMANANA, 2003), là où les abondances sont les plus élevées. Les crevettes qui se trouvent dans des zones relativement moins riches ne sont pas ou peu exploitées et doivent représenter d'importantes quantités, ce qui protège le stock à l'échelle de l'ensemble de la zone. Le gel de l'effort au niveau actuel apparaît une mesure de bonne gestion pour la zone C dans le cadre des connaissances actuellement disponibles, sachant de plus qu'il est difficile de revenir sur une augmentation de l'effort de pêche si celle-ci se montrait défavorable.

## Zone d'aménagement D

Les données de captures mensuelles par calibre nous ont été aimablement fournies par l'armement travaillant sur la côte est (zone D) pour les années 1999 à 2004. La pêche traditionnelle, très faible, a été négligée. Le traitement des données est similaire à celui décrit pour la zone A.

Pour les équations de croissance nous avons utilisé les valeurs données pour la zone par Rafalimanana et Caverivière (chapitre 3). Ces équations ont permis de découper les distributions de fréquences de chaque sexe en 7 classes d'âge mensuelles, allant de l'âge 1 (individus âgés de 1 à 2 mois) à l'âge 7+ (individus âgés de 7 mois et plus). Une seule valeur de mortalité naturelle  $M$ , soit un coefficient de mortalité de 0,2, a été utilisée pour tous les sexe-âge-mois de capture.

Tableau 27  
Captures annuelles (tonnes) par sexe de *F. indicus* en zone D, années 1999-2004.

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mâles	35	38	33	44	31	25
Femelles	134	154	157	198	120	125
<b>Total M + F</b>	<b>169</b>	<b>191</b>	<b>190</b>	<b>242</b>	<b>151</b>	<b>150</b>

## Résultats

### Captures et effectifs par sexe, poids moyens individuels

Les captures pondérales annuelles par sexe et leurs totaux pour l'ensemble des deux sexes figurent au tableau 27 et sont issus de la méthodologie de décomposition des captures.

Pour les prises de *F. indicus*, l'année 2002 a été exceptionnellement bonne et est suivie des deux années les plus mauvaises de la série des six, ce qui proviendrait probablement de conditions environnementales (Voisin et Sandon, chapitre 4) agissant sur le recrutement ou/et sur la capturabilité des crevettes. Cependant, les données de la base statistique Banacrem pour 2005 indiquent une faible capture de 130 tonnes et, compte tenu du même nombre de crevettiers de type similaire, on peut se demander si ce n'est pas les années 2000, 2001 et surtout 2002 qui ont été particulièrement favorables à la pêche. Les poids moyens individuels par an varient de 27,1 à 29,2 g pour les femelles et de 18,5 à 21,6 g pour les mâles, ils sont un peu plus faibles en 1999-2000 que ceux des années suivantes.

Les évolutions mensuelles des effectifs de mâles et de femelles capturés sont représentées sur la figure 102.

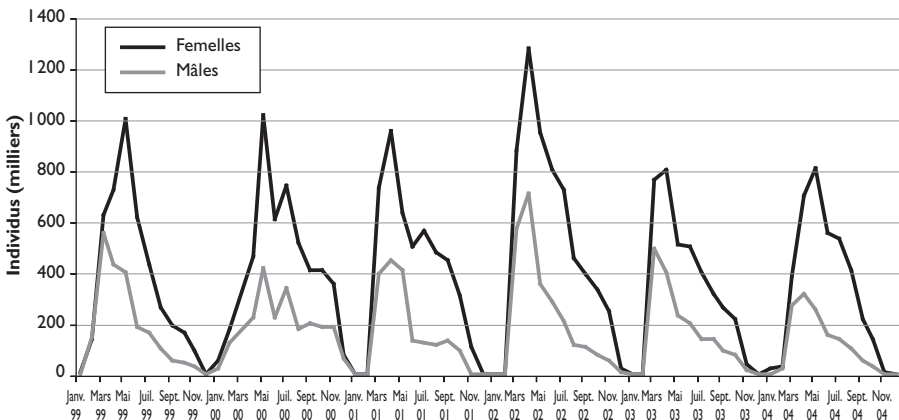


Fig. 102  
Effectifs de captures par sexe de *F. indicus* en zone D.

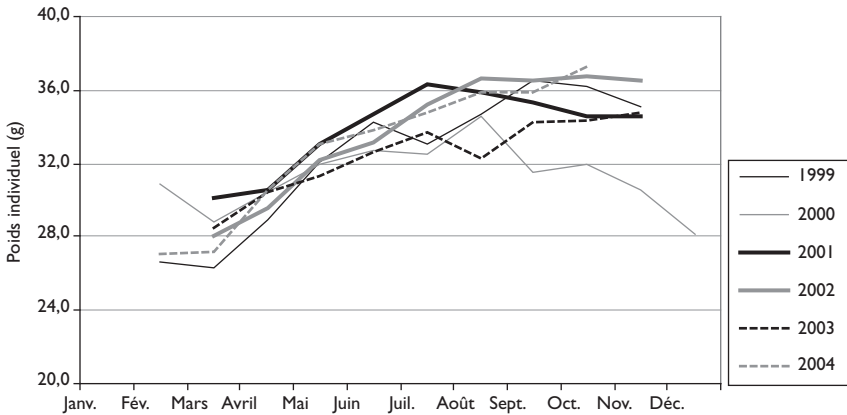


Fig. 103

Évolution mensuelle sur six ans des poids individuels femelles en zone D. Les données correspondant à des captures inférieures à 1 000 kg ont été supprimées car elles ne sont pas représentatives. L'année 2000 apparaît quelque peu différente des autres, surtout en fin d'année.

Après l'ouverture de la pêche, les pics de captures des femelles sont observés en mai (avril en 2003). Les captures diminuent ensuite très rapidement, avec parfois un pic secondaire, ou plutôt un arrêt de la décroissance en juillet. Les captures des mâles sont bien moins nombreuses que celles des femelles, ce qui est normal puisque nous verrons que les captures portent surtout sur des individus de grande taille en zone D et que la différence de croissance entre les mâles et les femelles explique que dans ces tailles les femelles dominent. Les courbes des captures des mâles sont assez similaires à celles des femelles, avec souvent des pics plus précoces d'un mois à ceux des femelles, peut-être parce qu'en début de saison les tailles capturées seraient dans l'ensemble un peu plus petites (fig. 103 pour les femelles)<sup>28</sup>, ce qui augmente la proportion des mâles.

### Recrutements et biomasses

Pour ne pas surcharger les figures, nous ne représenterons plus par la suite les résultats de 1999, qui sont très proches de ceux des années 2000 et 2001.

Le recrutement dans la pêcherie commence à la classe d'âge 1 pour les mâles et les femelles. L'évolution mensuelle des effectifs est présentée à la figure 104.

Les pics de recrutement correspondant à la principale période de reproduction sont bien marqués, ils sont centrés sur janvier-février pour les femelles et novembre-janvier pour les mâles. Ce décalage entre les mâles et les femelles, sans doute dû en partie aux différences de croissance, est cependant quelque peu embarrassant. Les recrutements annuels par sexe sont déséquilibrés en faveur des femelles, ce qui ne doit pas représenter la réalité. Cela proviendrait

28. Le calcul des poids moyens individuels par sexe et par mois fait appel à un certain nombre d'approximations, il utilise des équations longueurs-poids et des captures calculées à partir des effectifs en sortie des analyses de cohortes. Les valeurs peuvent donc être quelque peu différentes de la réalité, ce sont leurs évolutions qui nous intéressent ici. Les évolutions des poids moyens pour les mâles ne sont pas présentées, elles ont la même forme, quoique avec une variation des poids moins prononcée, ce qui est normal car la croissance est plus lente.



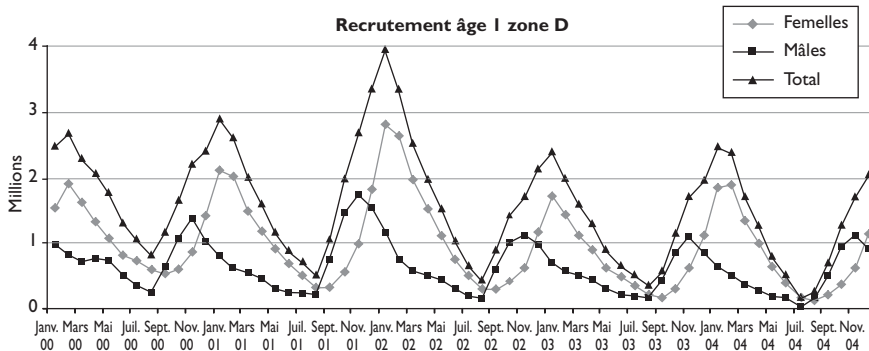


Fig. 104

Évolutions mensuelles par sexe des recrues de *F. indicus* (classe d'âge I) en zone D.

du nombre beaucoup plus important de femelles capturées, les crevettiers travaillant dans des zones où les gros individus sont concentrés et où il y a proportionnellement moins de mâles du fait de leur moindre croissance. La zone côtière profonde de 5 à 10 m sur la côte ouest, où se concentre la crevette *F. indicus*, et plus particulièrement les recrues, est beaucoup plus étroite sur la côte est, et de plus difficilement accessible aux crevettiers du fait des conditions de mer : présence de houle et d'une barre déferlante côtière. Comme pour les captures, le recrutement de la période 2001-2002 a été particulièrement bon, il est suivi des deux années les plus mauvaises de la série.

Les plus fortes biomasses des mâles et des femelles sont observées en mars-avril, en assez bonne concordance avec les maxima de recrutement et avec la fin de la période d'arrêt de pêche qui a protégé les stocks, mars-avril 2002 étant la valeur la plus élevée du fait d'un bon niveau de recrutement comme indiqué plus haut. Les plus faibles valeurs pour les mâles sont en septembre-octobre et pour les femelles en octobre-novembre, en fin de saison de pêche industrielle, quand l'abondance en mer est très faible. Les biomasses estimées des femelles sont nettement plus élevées que celles des mâles, les femelles étant en moyenne nettement plus grosses que les mâles ; mais il y a sans doute aussi, comme pour le recrutement, un effet artificiel dû à de plus importantes captures de femelles par les crevettiers du fait de leurs zones de pêche.

### Mortalités par pêche

Pour les femelles (fig. 105) et les mâles, les mortalités par pêche des différentes années montent jusqu'en avril-mai, quand les biomasses en mer sont importantes. Pour les femelles, elles ne diminuent pratiquement plus par la suite avant les mois de novembre-décembre correspondant à l'arrêt de pêche ou proches de celui-ci, contrairement aux zones A et B étudiées précédemment. Cela montre une activité de pêche soutenue sur l'espèce pendant toute la saison de pêche (en particulier sur les gros individus, car les mortalités sur la classe d'âge la plus âgée sont importantes). En dépit d'une bonne activité de pêche, les captures diminuent cependant en raison de la baisse des biomasses.

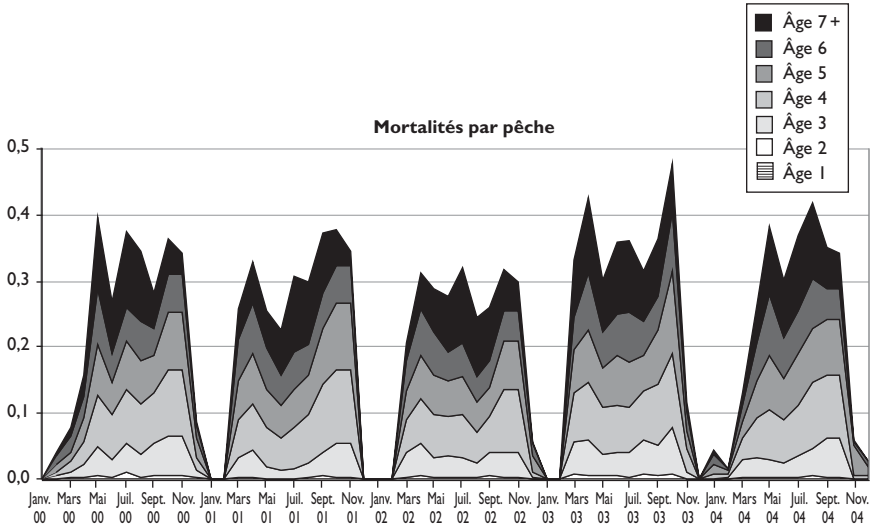


Fig. 105

Évolutions des coefficients de mortalité par pêche par classe d'âge des *F. indicus* femelles en zone D.

Pour les mâles, les mortalités par pêche mensuelles (non figurées) diminuent après le pic d'avril-mai, mais restent aussi à un niveau soutenu jusqu'à l'arrêt de la pêche, et les mortalités sur la classe d'âge la plus âgée sont relativement élevées. Dans l'ensemble, les mortalités par pêche des mâles sont beaucoup plus faibles que celles des femelles (fig. 106), ce qui paraît assez normal car la pêche porte essentiellement sur de grands individus.

Les valeurs les plus élevées des mortalités par pêche concernent les classes d'âge 4 à 7 des femelles qui forment un plateau (fig. 106). Pour les mâles, les mortalités croissent avec les classes d'âge, ce qui est normal en raison d'efforts de pêche importants exercés sur des effectifs de classes d'âge de plus en plus faibles (par rapport aux femelles) du fait de la sénescence.

### Modèle de Thompson et Bell

Pour la zone D, on a pu estimer les efforts réellement appliqués sur *F. indicus* de 1999 à 2004. Pour cela, on a sommé par crevettier puis pour leur ensemble (tabl. 28) les jours où des captures de crevettes *F. indicus* ont été effectuées. Ces jours de pêche sont importants quand l'abondance de l'espèce, indiquée par les niveaux des biomasses, est grande (2002) et nettement plus faibles quand l'abondance est réduite (2003, 2004).

Tableau 28

Nombres annuels de jours de pêche où des captures de *F. indicus* ont été faites en zone D.

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Jours de pêche	1 010	1 093	1 046	1 203	977	863

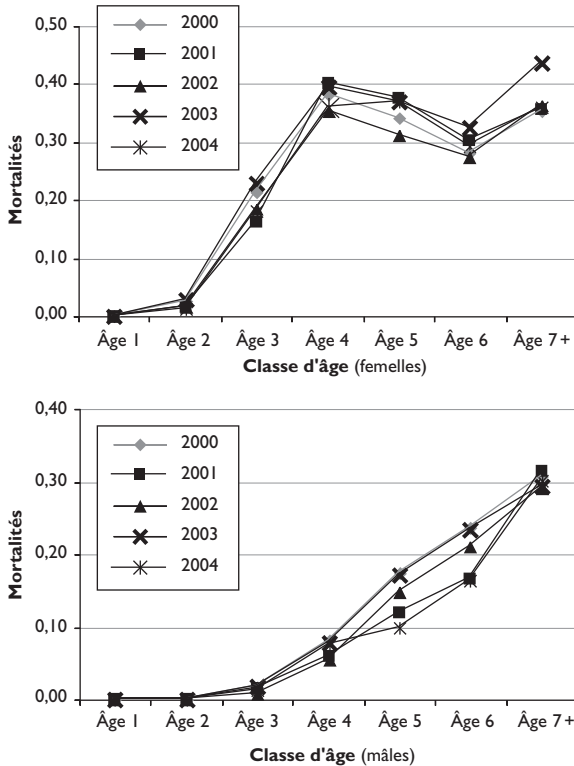


Fig. 106

Mortalités par pêche (moyennes mensuelles de l'année) par classe d'âge de 2000 à 2004, femelles puis mâles, zone D.

**Productions pondérales par sexe et rendements par recrue**

La figure 107 présente les courbes de production et de rendement par recrue des femelles et des mâles de *F. indicus* en zone D pour les années 2000 à 2004.

Pour les femelles, les courbes de production montrent des niveaux bien différenciés, allant de 180 à 110 tonnes pour l'effort appliqué observé ( $mF = 1$ ), suivant que les recrutements ont été forts ou faibles. Une petite augmentation de la production pourrait en principe être obtenue en accroissant l'effort, mais avec une chute notable des rendements ; on peut considérer que l'exploitation des femelles est au niveau du maximum économique. Les courbes de rendement par recrue sont de niveaux proches pour les différentes années.

Pour les mâles, les productions annuelles sont également variables, avec aussi des productions plus faibles pour les années à faible recrutement. Comme pour les femelles, les courbes de rendement par recrue sont plus resserrées. Une augmentation de l'effort pourrait accroître de manière non négligeable la production soutenable et le rendement par recrue des mâles, mais cela ne semble pas souhaitable car l'essentiel de la pêche se fait sur les femelles, dont l'exploitation est au niveau du maximum de la valeur des captures.

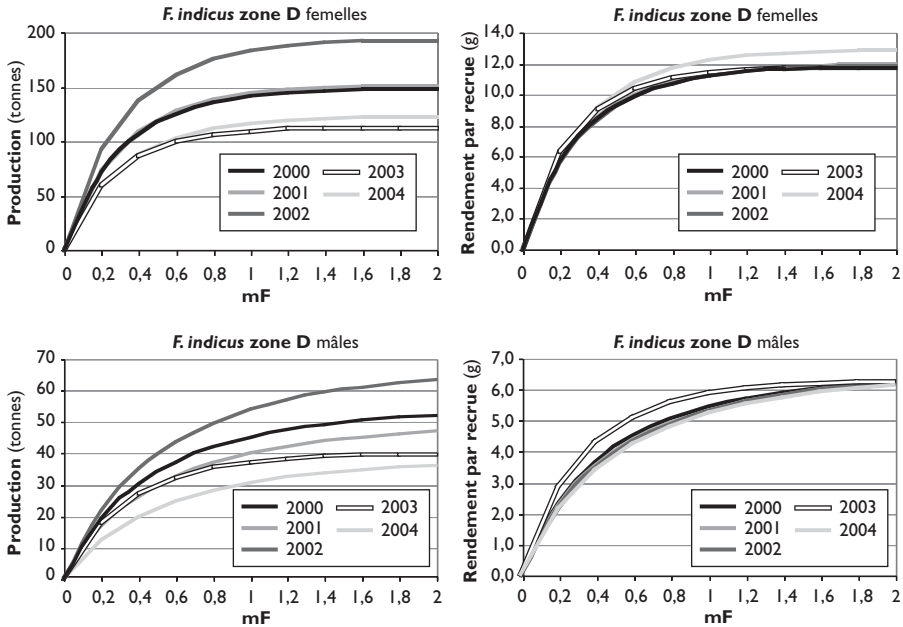


Fig. 107  
 Production et rendement par recrue pour les femelles et les mâles en zone D, modèle de Thompson et Bell. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

**Productions pondérales et monétaires tous sexes**

Les productions pondérales et en indice de valeur, en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, pour l'ensemble des deux sexes, années 2002 et 2004 prises comme exemple, sont représentées sur la figure 108. Les courbes montrent qu'aux niveaux d'effort observés les indices de valeur sont à leurs maxima et chuteraient si on augmentait l'effort de pêche. Si, faisant abstraction des indices de valeur, des augmentations de l'effort de pêche pourraient accroître un peu la production, elles feraient chuter proportionnellement plus les rendements de la pêche et mettraient très vraisemblablement la rentabilité de l'activité en danger. Il est bien connu, qu'une optimisation de la pêche est obtenue pour des niveaux d'effort inférieurs à celui qui correspond à la production pondérale maximale.

**Discussion-conclusion**

Il semble qu'il y ait eu une modification considérable des tailles moyennes (donc sans doute de la stratégie de pêche) dans le temps en zone D. En effet, DINTHEER *et al.* (1998) rapportent qu'en 1995, les *Fenneropenaeus indicus* capturées sur la côte est sont plus petites que celles de la côte ouest. Pour 1998, MOGUEDET *et al.* (2000) indiquent le contraire et produisent un graphe où les modes des distributions des captures mâles et femelles sur la côte est

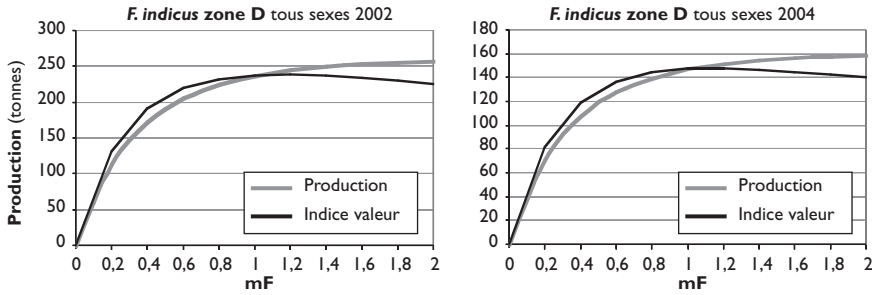


Fig. 108

Production pondérale et indice de valeur en zone D en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche pour l'ensemble des deux sexes, années 2002 et 2004. La valeur 1 de mF représente l'effort de pêche effectivement appliqué l'année donnée.

sont à 24-25 mm de longueur céphalothoracique, valeurs bien inférieures aux modes observés pour les moyennes des distributions 2001-2003 (34 et 29 mm pour les femelles et les mâles respectivement).

À l'âge 1 retenu pour le recrutement, les effectifs de femelles survivantes estimés par les analyses de cohortes sont bien supérieurs à ceux des mâles. Ces différences sont artificielles, car les recrutements doivent en théorie être relativement équilibrés entre sexe, les pontes des femelles étant censées donner lors de la différenciation sexuelle autant d'individus de chaque sexe. Le déséquilibre issu des calculs pour la zone D, si l'on considère que la croissance est correctement décrite, proviendrait de ce que la pêcherie capture un nombre particulièrement élevé de femelles dans les classes d'âge les plus vieilles. L'analyse de cohortes, qui commence par la dernière classe d'âge, n'arrive pas à compenser le déséquilibre au niveau du recrutement, malgré ses propriétés de convergence.

Comme les mâles sont plus petits que les femelles, ils doivent être plus soumis à la prédation que les femelles, en particulier pour les classes d'âge jeunes. On peut penser aussi que la sénescence augmente la mortalité chez les individus d'âge avancé. Nous avons, pour prendre en compte ces phénomènes, utilisé pour les mâles un coefficient de mortalité naturelle  $M$  égal à 0,3 au lieu de 0,2 pour les classes d'âge 1 et 2, ainsi que pour la plus âgée 7+. La différence est sensible, car avec un coefficient de mortalité de 0,3 et après 10 mois, seulement 5 % des individus survivent en l'absence de pêche, contre 13,8 % avec un coefficient de 0,2. Nous obtenons alors un nombre de recrues mâles (12,2 millions) similaire à celui des femelles (12,8 millions). Bien entendu, d'autres répartitions des  $M$  par classe d'âge permettent des recrutements équilibrés entre mâles et femelles. Par exemple,  $M = 0,3$  pour la classe d'âge 1 et 7+,  $M = 0,25$  pour les classes d'âge 2 et 3,  $M = 0,22$  pour les classes d'âge 4, 5 et 6, conduit à des recrutements de 12,8 millions pour les deux sexes. L'important étant que, d'après les données de la zone, les coefficients de mortalité naturelle des mâles seraient plus élevés que ceux des femelles et particulièrement pour les individus les plus âgés dominant dans les captures

de cette zone. La longévité moyenne des mâles serait alors moindre que celle des femelles, comme cela a été observé chez beaucoup d'animaux. Avec des coefficients de mortalité naturelle plus élevés, le diagnostic de sous-exploitation des mâles serait un peu augmenté ; il n'y aurait cependant pas de gains à attendre d'un accroissement de l'effort de pêche, puisque l'essentiel de la pêche se fait sur les femelles et qu'aux niveaux d'effort observés les courbes d'indices de valeur sont à leurs maxima et chuteraient si on augmentait l'effort de pêche.

En zone D, beaucoup moins riche en crevettes que la côte ouest, et qui est exploitée par des chalutiers obligés de commercialiser d'importantes quantités de poissons pour être rentables, l'espèce *F. indicus* est pleinement exploitée, non plus biologiquement mais économiquement, c'est-à-dire à un niveau inférieur d'effort de pêche. Les crevettes capturées y sont beaucoup plus grosses et les rendements par recrue calculés par la modélisation s'en ressentent, de l'ordre de 11 g par individu femelle contre 8 g en zone A. Les faibles rendements d'ensemble observés ces deux dernières années en zone D pour *F. indicus* proviendraient alors sans doute de recrutements annuels faibles (ou d'une moindre capturabilité des crevettes aux engins de pêche), qui seraient reliés à des facteurs environnementaux encore mal connus, comme la pluviométrie (Voisin et Sandon, chapitre 4). Ces faiblesses sont en mesure de mettre en danger l'exploitation, malgré une bonne « gestion », du fait de faibles densités dans un milieu moins favorable à cette crevette que les zones de pêches de la côte ouest.

## Conclusion générale

Dans l'ensemble, à partir des données de capture fournies par les armements et le système d'enquête mis en place pour la pêche traditionnelle, les productions pondérales des ensembles mâles et femelles sont proches des niveaux optima ou un peu en deçà, ce qui est satisfaisant. Les productions monétaires peuvent le plus souvent être maintenues ou améliorées avec une réduction de l'effort global.

En pêches industrielle et artisanale, les poids moyens des *F. indicus* capturées sont les plus faibles pour les zones d'aménagement A et B, puis vient la zone C et enfin la zone D pour laquelle on observe des poids nettement plus élevés (tabl. 29). C'est la même chose pour l'ensemble de la pêche crevette qui prend aussi en compte la pêche artisanale et la pêche industrielle, alors que les croissances des mâles et des femelles en zones A et C sont proches.

Il est normal que les tailles moyennes et donc les poids moyens diminuent quand les niveaux d'exploitation sont plus élevés. Pourtant, nous avons estimé à partir des éléments dont nous disposions que les niveaux d'exploitation sont

Tableau 29  
Poids moyens individuels (g) des captures de *F. indicus* (tous sexes)  
pour les différentes zones et années.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Zone A</b>	Pêche industrielle		15,78	15,79	13,80	15,99	13,28
	Toute pêche		13,74	13,83	13,49	14,50	13,39
<b>Zone B</b>	Pêche industrielle		17,57	14,02	14,34	15,01	
	Toute pêche		15,23	13,66	13,74	13,85	
<b>Zone C</b>	Pêche industrielle		19,71	20,01	18,76	20,05	
	Toute pêche		16,74	17,25	16,27	17,56	
<b>Zone D</b>	Pêche industrielle	25,20	26,90	26,10	24,80	26,80	

assez similaires pour les quatre zones, quoique la zone A soit la plus exploitée et la zone B le moins. Il est apparu sur le tard pour la zone A que des engins de pêche capturant de toutes petites crevettes de l'espèce *F. indicus*, situées dans des endroits difficiles d'accès, n'avaient pas été comptabilisés par le système d'enquête. Une première tentative de leur prise en compte conduit à un état de surexploitation marquée dans la zone (surexploitation de croissance) qui a pu fragiliser les stocks vis-à-vis de l'environnement climatique et conduire à de mauvais recrutements en mer (surexploitation de recrutement). Une similarité d'absence de prise en compte de ce type d'engin de pêche existe dans la zone B, où la pêche traditionnelle est aussi importante qu'en zone A, et cela conduirait sans doute aussi à un diagnostic de surexploitation, comme le prouveraient les difficultés récentes de la pêche industrielle dans cette zone. Les faibles poids moyens observés en zone A et B, par rapport aux zones C et D, sont en conformité avec ces éléments.

Dans l'avenir, sous peine de résultats faussés, un effort de recensement et d'échantillonnage important devrait porter sur les engins de pêche manquants.

Il est considéré depuis longtemps, en particulier par MARCILLE (1978), et confirmé à partir de nombreux marquages par RAFALIMANANA (2003 et chapitre 2), que les stocks de la crevette *F. indicus* sont bien délimités dans l'espace et souvent inféodés à des estuaires. Cela est confirmé, à une échelle plus vaste cependant, par les résultats des analyses de cohortes de notre étude qui donnent, pour l'ensemble de la période pluriannuelle étudiée, des maxima de recrutement variables d'une zone à l'autre : saison des pluies 2003-2004 pour la zone A, saison 2002-2003 pour la zone B et saison 2001-2002 pour la zone D.

Dans la zone D, les captures portent principalement sur les individus âgés et les coefficients de mortalité naturelle des mâles seraient supérieurs à ceux des femelles, en particulier pour les individus les plus âgés. Cela permet de penser que la longévité moyenne des mâles serait moindre que celle des femelles, comme cela a déjà été observé chez beaucoup d'espèces animales.

Les facteurs environnementaux ne sont pas négligeables dans l'évolution des niveaux d'abondance. Ainsi, les captures de la pêche industrielle en zone A ont été très faibles à l'ouverture de la saison de pêche 2005 (même compte tenu d'une surpêche sur l'ensemble de la saison), alors que par contre les prises de la pêche traditionnelle dans les estuaires ont été correctes pendant la même période. Les effets de chasse des jeunes crevettes vers la mer par la crue des fleuves auraient été réduits, sans qu'il ait été possible de les mettre en évidence par manque de données sur le débit des fleuves. Des phénomènes de même nature ont vraisemblablement joué en zone D, où les captures des années 2003 et surtout 2004 ont été faibles, suivant il est vrai une année 2002 exceptionnelle.

Le cas de la zone D est particulier, les crevettes n'y sont présentes qu'en faibles densités et ne sont pratiquement exploitées que par des chalutiers qui doivent commercialiser d'importantes quantités de poissons pour maintenir leur activité. L'espèce *F. indicus* y est exploitée au mieux de sa rente économique, c'est-à-dire à un niveau plus intéressant que le niveau optimum de production pondérale.

Il a été considéré que les analyses de cohortes réalisées sur les crevettes côtières de Madagascar, ici *Fenneropenaeus indicus*, étaient robustes. Quelques améliorations pourraient cependant être réalisées pour augmenter leur fiabilité. En particulier, ces analyses sont basées sur des lois de croissance qui sont différentes par zone et par saison, et la saisonnalité n'a pour le moment pas été intégrée dans les études. Il serait aussi bon de réactualiser les données de distributions par sexe dans les calibres pour la pêche industrielle, qui sont aussi à l'origine des analyses de cohortes pour cette composante de la pêche. Quand la pêche traditionnelle existe et est importante, il est essentiel d'avoir, en raison de son évolution rapide, des données de captures par sexe et par engin récentes, avec les distributions de fréquence correspondantes.

La robustesse des analyses doit être appréciée dans son ensemble ; il ne faut pas s'attacher aux valeurs absolues en elles-mêmes, mais considérer leurs niveaux et les tendances.